Neue

Physikalische Briefe.

Neue
Physikalische Briefe.

Neue
Physikalische Briefe

von

Dr. Schleiß von Löwenfeld.

München.

Christian Kaiser.

1861.

J. N. Hartmann'sche Buchdruckerei in Augsburg.

Vorwort.

Ich ergebe hiemit eine zweite Reihe physikalischer Briefe als Fortsetzung der von mir im Jahre 1858 erschienenen der Veröffentlichung. Der Zweck derselben ist der nämliche wie der ersteren: meine in den „Anfangsgründen der Physik" niedergelegte Ansicht über die physikalischen Kräfte bei verschiedenen speziellen Vorgängen in der anorganischen sowohl als organischen Welt zu erläutern und nachzuweisen. Kann mir vielleicht der Vorwurf gemacht werden, daß ich auch Gegenstände in die Besprechung hineingezogen habe, welche streng genommen außerhalb dem Gebiete der Physik liegen und andern Spezialwissenschaften, wie der Chemie, Geologie, Physiologie und Pathologie angehören, so entschuldige ich mich damit, daß ich die Physik für die Grundlage dieser Spezialwissenschaften erachte. Auch schreckt mich nicht ein etwa anderartiger Vorwurf, daß ich als Nichtprofessor der Physik es überhaupt wage, über Physik zu schreiben. Ich muß denselben mit dem nämlichen Gleichmuth hinnehmen, wie diejenigen, welche Gleiches thaten und von den durch ihre Stellung

zur Förderung der Wissenschaften berechtigten Gelehrten Spaziergänger an den Grenzen der Wissenschaft genannt werden. Jede Wissenschaft hat wie der Ring des Saturn zweierlei Grenzen, eine peripherische und eine centrale. Jene grenzt mit ihrem Vielerlei an die Einzelnheiten, die noch durch sie zu verarbeiten sind, mit dieser ragt sie als Multum in die dunkle Tiefe, in welcher die Einheit und der Kern unsers Wissens verborgen liegt, und das Experiment nicht mehr hinreicht. An dieser letzteren Grenze der Naturwissenschaft bekenne ich, nicht im Besitze einer Werkstätte, meine Spaziergänge gemacht zu haben. Das mir hiebei als wahr oder wahrscheinlich Klargewordene meinen Zeitgenossen mitzutheilen fühle ich mich gedrängt, mich entschuldigend mit dem gemeinen Spruch: „Tentamen licet.“

München im März 1861.

Der Verfasser.

Inhalt.

Berichtigungen.

Seite	7	Zeile	23	soll	stehen	hineintretender statt hineintretende.
"	7	"	29	"	"	vollbracht statt fortgeleitet.
"	23	"	34	"	"	seinem statt seinen.
"	39	"	21	"	"	das an dem Platin adhärirte statt des an dem Platin adhärirten.
"	39	"	28	"	"	schwerere statt schwere.
"	50	"	8	"	"	seien statt sei.
"	57	"	28	"	"	schwerer statt schwer.
"	69	"	3	"	"	Wetter läßt statt Wetter, läßt.
"	83	"	28	"	"	trocknender statt trocknen der.
"	91	"	21	"	"	hindurch die statt hindurch, die.
"	104	"	26	"	"	der statt des.
"	134	"	28	"	"	Gefäßmuskelganglien statt Gefäßmuskel.
"	145	"	38	"	"	seinen nächsten Grund statt seinen Grund.
"	157	"	24	"	"	unwillkürlichen statt unwillkürliche.

Die Imponderabilien.

Ich habe in meinen „Anfangsgründen der Physik"*) meine Ansicht über das Wesen der Imponderabilien in der Art darzulegen gesucht, daß sie keine selbständige, wenn auch „unwägbare" Stoffe sind, — daß es keinen Wärmestoff, Lichtstoff, keine electrische oder magnetische Flüssigkeiten gebe, sondern daß Wärme, Licht, Electricität und Magnetism so gut wie die Schwere nur Bewegungen der Moleküle oder Atome, der kleinsten Theile der Körper, selbst sind. Obwohl man in diesem Jahrhundert sich zu der früheren Cartesius'schen Lehre, welche durch die Newton'sche einen Lichtstoff annehmende Lehre verdrängt wurde, in Folge mathematischer Einsicht wieder zurückgekehrt ist, daß das Licht nämlich nur eine Bewegung sowie der Schall ist, so konnte man sich doch nicht von der Idee eines Lichtstoffes ganz trennen, indem man das Licht in der Vibration oder Undulation eines zu dem Zwecke des Lichtträgers hypothetisch angenommenen in allen Körpern hineingelegten oder hineingedachten Aethers erkannte. Obwohl man wußte, daß das Sonnenlicht warm macht, und man neuerer Zeit wohl nahe daran ist, wie Licht- so auch Wärmewellen anzunehmen, so kann man sich doch nicht von der Annahme eines eigenen Wärmestoffes allgemein trennen. Obwohl man durch Magnetism und Electricität Licht und Wärme, und wieder durch Licht Wärme und durch Wärme electrische Ströme erzeugen kann, und obwohl man weiß, daß das Licht das Eisen magnetisch macht und daß mit magnetischer Anziehungskraft versehenen Körpern durch Wärme diese ihre Kraft entzogen wird, so kann man sich, statt sowie Licht auch die Wärme, den Magnetism und die Electricität als Bewegungen

---

*) (De Claude's) Anfangsgründe der Physik. München 1856, bei Christ. Kaiser.

zu erklären, doch nicht von der ererbten Ansicht lossagen, daß es ein magnetisches und electrisches Fluidum gäbe. Meine in benanntem Werkchen niedergelegten und in früheren physikalischen Briefen *) in Einzelnem erläuterten Ansichten wurden bisher, zwar von Laien gut und als ihnen leicht verständlich aufgenommen, denn doch von den Physikern ex professu nicht nur nicht der Besprechung würdig erachtet, sondern geradewegs für ungeeignet für eine solche erklärt, ja ich als Verfasser jener sogar von einem Recensenten geradezu für einen Narren ausgeschrieben. Obwohl ich, was letztere Anschuldigung betrifft, mich mit der Erfahrung tröste, daß überhaupt von solchen, welche in Irrthum befangen sind, Andere, die anderer und nicht ihrer Ansicht sind, für Narren oder für Leute ungenügenden Verstandes gehalten werden, so kann ich denn doch über das vornehme Ignoriren einerseits und über das gröbliche Recensentenurtheil andererseits mich nicht gänzlich hinwegheben und wage ich noch einmal, meine Ansicht über die Imponderabilien dem Publikum vorzutragen und soweit es in meinen Kräften steht, zu erläutern.

Man weiß, daß durch Wärme alle Körper ausgedehnt werden, und alle Wirkungen der Wärme lassen sich auf Expansion der kleinsten Theile reduciren. Die Thermometer zeigen ja nur durch die Ausdehnung ihrer in verschlossenen Räumen befindlichen Flüssigkeiten den herrschenden Wärmegrad an. Wenn man in einem geschlossenen Raume, dessen Luft eine gewisse Temperatur besitzt, durch eine Oeffnung in diesem geschlossenen Raum eine Luft von außen, welche nur um einige Grade kälter ist, als die Luft des Raumes, in dem wir uns befinden, an irgend eine Stelle unsers Körpers anströmen läßt, so empfindet man an dieser Stelle kalt, d. i. weniger warm als an den andern Körperstheilen. Verschließt man nun die Oeffnung, durch welche man die kältere Luft hereinstreichen ließ, so fühlt man an derselben Stelle, an welche ehevor die kältere Luft strich, jetzt wärmer als an allen übrigen Körpertheilen, obwohl jene Stelle nun von der nämlichen Luft von der gleichen Temperatur wie der ganze übrige Körper berührt wird. Das

*) Physikalische Briefe von Dr. Schleiß v. Löwenfeld. München 1858, bei Christian Kaiser.

Empfindungsvermögen ist sich gleich geblieben, denn an den übrigen Körperstheilen hat man dasselbe Wärmegefühl, wie ehevor. Man sollte also an allen Stellen der Haut ein und dasselbe Wärmegefühl haben, weil alle dieselbe Luft von gleicher Temperatur wieder umgibt. Man sollte eher vermuthen, daß man an der Stelle, welche die kältere Luft ehevor berührte, einige Zeit noch nicht so warm als an den übrigen Körpertheilen fühlen sollte, indem vielleicht der frühere Eindruck der Empfindung noch zurückgeblieben wäre, ähnlich wie das Nachbild nach starker Lichteinwirkung auf das Auge. Da aber dem nicht so ist, so läßt sich nur annehmen, daß in den kleinsten Theilen der der Kälte ausgesetzten Hautstelle eine Veränderung vorgegangen ist oder noch vorgeht. Nehmen wir an: die kleinsten Theile (die Zellen) jener Hautstelle seien durch den kältern Luftstrom in einen gewissen Grad von Contraction versetzt worden, sowie das Quecksilber des Thermometers, den man in den kälteren Luftstrom einsetzt. Wird die Oeffnung, durch welche die kältere Luft eingestrichen, geschlossen, so zeigt das Thermometer an der geschlossenen Oeffnung denselben Wärmegrad, wie ein anderes, welches der Luft ausgesetzt ist, die die andern Körpertheile berühret, — es steigt eben nicht höher, wie dieses. Sowie das Quecksilber des Thermometers beim Aufhören des kalten Luftstromes sich wieder so weit ausdehnt, wie das Quecksilber des Thermometers in demselben Raum, welches dem kalten Luftstrom nicht ausgesetzt gewesen, ausgedehnt war und geblieben ist, so müssen sich der Analogie gemäß auch die organischen Zellen der Haut an der vorher dem kalten Luftstrom ausgesetzten Körpersstelle wieder ausdehnen und zwar bis zu dem Grade, als in welchem die Hautzellen der übrigen Körpertheile es sind. Es bleibt uns also nichts anders übrig, um das erhöhete Wärmegefühl an der besagten Stelle zu erklären, als daß die Wiederausdehnung der Hautzellen dasselbe verursachte. Daher sagen wir, wir fühlen warm, wenn unsere Moleküle, unsere organischen Zellen sich ausdehnen, und wir fühlen kalt, wenn sie sich zusammenziehen. Wir fühlen später keinen Unterschied mehr in der Temperatur an der dem kalten Luftstrom vorher ausgesetzt gewesenen Körpersstelle von der Temperatur an den übrigen Körpertheilen, sobald die Zellen

der vorher erkalteten Hautstelle sich wieder bis zu dem Grade ausgedehnt haben, in welchem Grade es die Zellen der übrigen Körpersstellen sind. So lange nur fühlen wir an der vorher erkalteten Hautstelle wärmer als an den übrigen, als die Zellen jener in erneuter Ausdehnung, in Wiederausdehnungsacte begriffen sind.

Ich habe deßhalb auch die Wärme definirt als eine Molekularausdehnung und die Kälte als Molekularzusammenziehung; — das Wärmegefühl als das Empfinden des Ausdehnungsactes unserer eigenen Körpertheilchen, — das Kältegefühl als das Empfinden des Contractionsactes unserer eigenen Körpertheilchen.

Aus vielfältigen Erscheinungen erkennen wir, daß ein Körper, der sich molekular ausdehnt, einen Nachbarkörper in Molekularcontractionszustand versetzt, d. i. ihn erkaltet. Leicht sich verflüchtigende Stoffe, z. B. Aetherarten, machen einen Nachbarkörper kalt, und wir wissen sogar, daß die einfache Verdunstung der Oberfläche einer Wassermenge die anliegend resp. unterliegende Wasserschicht zum Gefrieren bringt. Wird tropfbar flüssige Kohlensäure bei Oeffnen des Apparats, in welchem es comprimirt worden, der freien Luft ausgesetzt, so gefriert durch die Verflüchtigung des einen Theiles derselben der andere Theil zu Schnee. Experimente mit der Luftpumpe zeigen überdieß auf das klarste, daß nur die Verflüchtigung oder Ausdehnung eines Theiles der Moleküle eines Körpers die Ursache an der Contraction des andern Theiles der Moleküle oder seiner Erkaltung ist, indem sonst keine andere Wärme vermindernde Ursache hiebei im Spiele sein kann.

Unter dem Druck des Wassers leuchtet der Phosphor nicht; ist er aber in der Luft, als einem geringern Druck ausübenden Medium, so daß er an seiner Oberfläche verflüchtigen kann, so leuchtet er: Er brennt erst in der Luft, obwohl er in dem Wasser selbst den Sauerstoff hiezu hat. Alle Stoffe, welche leuchten, erleiden so lange sie leuchten eine erhöhte Molekularausdehnung. Alle Leuchtgase leuchten erst, wenn sie durch die Verbrennung eines Theiles ihrer Moleküle in erhöhte Ausdehnung gebracht werden. Daß aber das Leuchten nicht identisch ist mit dem Brennen, d. i. der Verbindung ihres Wasserstoffes mit dem

Sauerstoff ihrer Umgebung, beweiset scheint es mir zur Genüge der Umstand, daß die Flamme z. B. einer Kerze oder eine Weingeistflamme nur an der äußern Grenze ihres Leuchtens brennt, und nicht innerhalb derselben, — daß nur die Confinie der Flamme, nicht das Innere des Flammenkegels brennt. Ich habe daher das Leuchten eines Körpers den erhöhten oder höchsten Ausdehnungsact seiner Moleküle genannt, wodurch sie eine strahlende Bewegung, eine Stoßbewegung auszuüben im Stande sind, welche Bewegung mittels Lichtstrahlenleitender Medien auf die Sehenerven unserer Augen fortgepflanzt wird, und ich habe das Sehen als das Empfinden dieser zugeleiteten Stoßbewegungen (Vibrationen) zu den peripherischen Enden unserer Sehenerven, resp. das Empfinden des Zusammenziehungsactes der peripherischen Enden des Sehenerven in Folge der zugeleiteten und sie treffenden Stöße oder Lichtstrahlen definirt.

Wir wissen ferner, daß bei der von Seebeck entdeckten Thermoelectricität durch Erwärmung oder Erkaltung der einen Stelle, an welcher zwei verschiedene Metalle, z. B. Kupfer und Wismuth aneinander gelöthet sind, ein electrischer Strom durch beide hervorgebracht wird, und zwar nimmt der durch Erkaltung der einen Löthstelle hervorgebrachte Strom die entgegengesetzte Richtung von der, welche ein durch die Erwärmung derselben Löthstelle erzeugter Strom nimmt. Da die Wirkung der Wärme nun in nichts anderem als in Ausdehnung und die Wirkung der Kälte nur in der Zusammenziehung der Moleküle besteht, so fußte ich auf diese einfache Thatsache meine Ansicht und suchte sie vielfältig nachzuweisen, daß nämlich ein electrischer Strom überhaupt durch zwei Factoren erzeugt werde: 1) durch einen Körper, der in Molekularexpansion, und 2) durch einen Körper, der in Molekularcontraction begriffen ist; — ferner in molekularer Ausdehnung begriffene Körper erzeugten diejenige Electricität, welche die Physiker die positive, und in molekularer Contraction begriffene Körper erzeugten diejenige Electricität, welche die Physiker die negative nennen. Immer nimmt aber ein electrischer Strom seine Richtung von dem positiv-electrischen Körper zu dem negativ-electrischen Körper, und so definirte ich den electrischen Strom als eine Vibration oder Zitterbewegung der Moleküle des Leitungsdrahtes, erzeugt

einerseits von der Summe der Stöße der sich ausdehnenden Moleküle des positivelectrischen Körpers und anderseits und zugleich von der Summe der Züge oder Anziehungskräfte der sich zusammenziehenden Moleküle des negativelectrischen Körpers.

Das Wesen aber der Anziehung und Abstoßung — mit welchen Kräften die Atomistiker der Neuzeit den modernen deus ex machina, den allen Körpern hypothetisch aufgedrungenen und in ihrer Idee nicht in Wirklichkeit existirenden Aether ausgerüstet sich denken — habe ich mich erkühnet aus den von jeher gültigen unzweifelhaft wahren physikalischen Gesetzen: 1) der Untheilbarkeit der Körper und 2) der Unmöglichkeit eines absolut leeren Raumes, und 3) der Ausdehnbarkeit und Contractionsfähigkeit aller Körper und ihrer Moleküle herauszufinden. „Ein und derselbe Raum, den ein Körper ausfüllt, kann nicht zu gleicher Zeit von einem andern Körper eingenommen sein.“ Gelangt nun ein Körper in Ausdehnung, so hat er einen größeren Umfang und muß einen größeren Raum einnehmen, als er zuvor eingenommen hat, — und zieht sich ein Körper zusammen, so wird sein Volumen ein kleineres, und er muß einen kleineren Raum einnehmen, als er ehevor eingenommen hat. Damit ersterer den für seinen größern Umfang in Anspruch nehmenden Raum erhalte, muß sein Nachbarkörper sich aus diesem Raum entfernen, um so viel Raum frei zu geben oder leer zu machen, als jener bedarf. Die Nachbarkörper können aber nur auf zweierlei Weise den leeren Raum schaffen, entweder daß sie sich lediglich aus demselben entfernen, oder daß sie sich selbst auf einen kleineren Raum beschränken, d. i. sich zu einem kleineren Umfang zusammenziehen. Im Gegentheil verkleinert ein Körper sein Volumen durch Zusammenziehung in sich selbst, so muß, da kein absolut leerer Raum möglich ist, der Nachbarkörper den leergewordenen Raum ausfüllen. Dieses kann er aber wieder nur auf zweierlei Weise thun, entweder er muß sich bis zu einem größeren Volumen ausdehnen, oder er muß seinen früheren Ort verlassen und in den leergewordenen Raum eintreten. Ist drittens ein Körper genöthigt, seinen früheren Standort zu verlassen, so müssen die Nachbarkörper, welche zunächst der Stelle liegen, welche jener verläßt, entweder in dieselbe einrücken oder sich zu größerem

Volumen ausdehnen, — und die Nachbarkörper, welche an der Stelle liegen, welche jener einnehmen wird, müssen sich von dieser entfernen oder sich auf einen kleineren Raum zusammenziehen. Ich nannte daher einen anziehenden Körper denjenigen, welcher sich auf ein kleineres Volumen zusammenzieht, und einen abstoßenden Körper denjenigen, welcher sich ausdehnt und einen größeren Raum als ehevor in Anspruch nimmt, und basire die Anziehungskraft des ersteren auf seine Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, und die Abstoßungskraft des zweiten auf seine Fähigkeit, sich auszudehnen. Ein Körper, welcher sich momentan nicht ausdehnt, wenn sein Nachbarkörper sich zusammenzieht, wird von diesem, indem er in den von diesem geschaffenen leeren Raum einzutreten genöthigt ist, angezogen, — und ein Körper, welcher sich momentan nicht zusammenzieht, wird, weil er gedrängt von dem sich ausdehnenden Körper seinen Standort verlassen muß, von diesem abgestoßen. Haben mehrere nebeneinanderliegende Körper momentan nicht die Fähigkeit sich auszudehnen, wenn ihr Nachbarkörper sich zusammenzieht, oder seinen Standort verlassen und einen leeren Raum geschaffen hat, so muß sowie der an dem sich zusammenziehenden Körper a zunächst gelegene Körper b in den von dem a geschaffenen leeren Raum hineingezogen wird, der an diesen eben hineintretende b anliegende Körper c in den von dem Körper b verlassenen Standort einrücken, und so der dritte an die Stelle des zweiten, und sofort der folgende Nachbarkörper an die Stelle des vor ihm seinen Standort verlassen habenden Körpers eintreten. Auf diese Weise wird die Anziehungskraft fortgeleitet. — Auf dieselbe Weise, obwohl in verkehrter Richtung, wird die Leitung der Abstoßungskraft fortgeleitet. Besitzen mehrere einem sich ausdehnenden, sein Volumen vergrößernden Körper α nächstgelegene Körper momentan nicht die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, so muß, sobald der zunächst gelegene Körper β seinen Standort verlassen und ihn dem Körper α einräumen muß, auch der an β anliegende Körper γ seinen Standort verlassen, damit der vertriebene Körper β einen Platz bekömmt, und sofort muß der dritte Nachbarkörper dem zweiten, und der vierte dem dritten und sofort jeder folgende dem vorhergehenden seinen Platz einräumen. Wird aber

endlich von der also fortgeleiteten Anziehung oder Abstoßung ein Körper berühret, welcher momentan im Stande ist, sich auszudehnen oder beziehungsweise sich zusammenzuziehen, so hat die Leitung der Anziehungs- oder Abstoßungskraft ihr Ende erreicht. Auf diese Weise wird ein sich molekular zusammenziehender Körper die Quelle von Ausdehnung oder Wärme, welche durch eben zur Ausdehnung nicht disponirte Körper fortgeleitet wird bis zu dem Körper, der zur Erwärmung oder Molekularausdehnung fähig ist.

Auf der Zusammenziehung eines Körpers oder Körpertheilchens beruhet, sagen wir, seine Anziehungskraft, und auf der Ausdehnung eines Körpers oder Körpertheilchens seine Abstoßungskraft. Insoferne und umsomehr sich ein Körper oder Körpertheilchen zusammenzieht, oder ausdehnt, insofern und umsomehr zieht ein Körper oder Körpertheilchen andere an sich oder stößt sie von sich ab. Aber ebenso läßt sich auch das Gesetz aufstellen, daß insofern und umsomehr ein Körper sich zusammenzieht, insofern und umsomehr oder leichter wird er von einem andern angezogen, — und insoferne und umsomehr ein Körpertheilchen sich ausdehnt, insoferne und um so leichter kann es auch von einem andern abgestoßen werden. Denn die Größe der Anziehung ist gleich der Größe des Raumes, den ein sich zusammenziehender Körper leer macht, und die Größe der Abstoßung ist gleich der Größe des Raumes, den ein sich ausdehnender Körper zur Ausfüllung in Anspruch nimmt. Von zwei auf ein verschieden großes Volumen zusammengezogenen Molekülen kann das mit kleinerem Volumen in den anfänglich kleinsten Theil des von einem andern sich zusammenziehenden und also anziehenden Körperchen leer gemachten Raumes im Moment des Leermachens schon eindringen, während das mit größerem Volumen begabte Molekül es noch nicht kann. Im Gegentheil aber wird von einem sich ausdehnenden Körperchen ein mit größerem Volumen begabtes Molekül schneller und stärker abgestoßen werden, als ein mit kleinerem Volumen begabtes, weil jenes — das größere — mehr Berührungspunkte, also mehr Angriffspunkte beim Abstoßen darbietet.

Auf der Anziehungskraft beruhen:

1) Die chemische Verwandtschaft oder Affinität — die Anziehung, welche sich zusammenziehende Atome oder Elementartheilchen auf andere, unmittelbar ihnen anliegende, sich ausdehnende Atome oder Elementartheilchen ausüben — chemische Synthesis; —
2) die Cohäsion oder Zusammenhangskraft — die Anziehung, welche sich contrahirende Atome oder Moleküle auf andere ihnen anliegende, ebenfalls sich contrahirende Körpertheilchen ausüben; —
3) die Adhäsion — oder die Anziehung, welche schon contrahirte und im Zusammenhang sich befindliche Moleküle auf andere weniger contrahirte und in geringerem Zusammenhang sich befindliche Körpertheilchen ausüben; — und
4) die Schwere oder die Anziehung, welche die Summe der contrahirten und in Zusammenhang befindlichen Moleküle größerer Körpermassen auf die Summe weniger contrahirter und in geringerem Zusammenhang sich befindliche Moleküle kleinerer Körpermassen, wie die Erde auf die einzelnen Theile ihrer Masse, oder die Planeten auf ihre Monde, oder die Sonnen auf die Planeten ausüben.

Diesen vier Anziehungskräften stehen vier andere Kräfte gegenüber, welche auf der Abstoßungskraft beruhen, als:
1) Die chemische Scheidungskraft — die Abstoßung von sich ausdehnenden Atomen oder Elementartheilchen auf andere ihnen unmittelbar anliegende, sich ausdehnende Atome oder Elementartheilchen — chemische Analyse.
2) die Verflüssigung oder Schmelzung fester, — und die Verflüchtigung flüssiger Körper; —
3) der sphäroidale Zustand der Körper — oder die Abstoßung, welche Körper mit Oberflächen von sich ausdehnenden Molekülen auf andere (flüssige oder flüchtige) Körper ausüben; — und
4) das Licht — oder die Abstoßung, welche eine Summe von sich ausdehnender Molekülen auf andere Körper ausüben, wie die Sonne auf die Planeten und Monde und ihre Theile, oder wie die Flamme auf die von ihr beleuchteten Körper.

Auf der Anziehungs- und Abstoßungskraft zugleich — nämlich auf der Abstoßungskraft einerseits von sich aus-

dehnenden Molekülen und der Anziehungskraft von sich zusammenziehenden Molekülen anderseits auf die zwischen den Massen dieser beiden liegenden Moleküle beruhet endlich der electrische Strom.

Ein Leitungsdraht aber, durch welchen ein electrischer Strom geht, besitzt magnetische Anziehungskraft (für Eisenfeilspäne z. B.), — und ein Stück weiches Eisen wird zum Magnete, wenn und so lange ein electrischer Strom um es geht. Umgekehrt wird in einem Drahtgewinde ein electrischer Strom erzeugt, wenn innerhalb desselben ein natürlicher, künstlicher oder electrischer Magnet gesteckt wird. Ein Magnet, dessen eines Ende anziehend, dessen anderes Ende abstoßend wirkt, ist als eine electrische Batterie zu betrachten, dessen einer Theil von Eisen-Molekülen nämlich sich im Zusammenziehungszustand befindet und also anziehend wirkt, d. i. negativ-electrische Eigenschaft besitzet, — und dessen anderer Theil von Molekülen im Ausdehnungszustand sich befindet, also abstoßend wirkt, die positiv-electrische Eigenschaft besitzet, welche beide in einem dritten Theil der Eisenmoleküle einen electrischen Strom erzeugen. Auf eine solche Eigenschaft deutet bei dem natürlichen Magnet oder dem Magnetstein seine Zusammensetzung aus zweierlei Oxydationsstufen des Eisens, nämlich aus Eisenoxydul und Eisenoxyd, von denen das erstere eine anderartige Electricität in Bezug auf das zweite, und das zweite eine andere als das erste hat und haben muß, oder wie wir sagen, der eine Bestandtheil des Magnetsteines hat eine größere Contractionskraft als der andere Bestandtheil, und je nach der Verschiedenheit der Zusammenziehungskraft seiner Moleküle wirkt der eine Bestandtheil raumgebend, d. i. anziehend oder ausdehnend auf die Moleküle des andern, und die also sich ausdehnenden Moleküle dieses wirken raumbeschränkend, daher abstoßend oder contrahirend auf die Moleküle des ersteren. Von der Summe der Anziehungskräfte der mehr als die anderen sich zusammenziehenden Moleküle des Einen Bestandtheiles des natürlichen Magnetes werden Stücke weichen Eisens angezogen, und diese befinden sich ebenso in electrotonischem Zustande, als wie ein Electromagnet, d. i. ein Stück weichen Eisens, welches vermöge der Anziehungskraft des aus sich zusammenziehenden Molekülen bestehenden negativ-elec-

trischen Körpers einer electrischen Batterie von dem Draht, der jene Kraft fortleitet, angezogen wird, und die Moleküle des magnetisirten Eisenstückes leiten ebenfalls die Anziehungskraft fort, so daß auch sie je nach der Stärke des electrischen Stromes und ihrer Gesammtsumme ein anderes größeres oder kleineres Stück weichen Eisens anzuziehen vermögen. Nach Aufhören des electrischen Stromes in der Nähe des Electromagnetes hört dieser auf, magnetische Anziehung auszuüben, ist wieder wie gewöhnlich weiches Eisen. Es ist in dem Electromagnet nicht diejenige Aenderung seines Molekularzustandes eingetreten, wie sie in dem natürlichen Magnet vermöge dessen Zusammensetzung aus zweierlei Eisensauerstoffverbindungen oder wie in dem künstlichen Stahlmagnet, dessen Moleküle durch wiederholtes Reiben und Bestreichen mit einem natürlichen oder anderen künstlichen Magnet zum Theil in Contractions- oder negativ-electrischen Zustand, zum Theil in Expansions- oder positiv-electrischen und endlich zum Theil in Vibrationszustand versetzt wurden.

Wir sehen in dem Electromagnet resp. seiner Anziehungskraft für unmagnetisches Eisen die Wirkung der Contraction und also Anziehung der Moleküle der negativ-electrischen Körper einer galvanischen Batterie, welche Anziehung durch die Moleküle des Leitungsdrahtes fortgepflanzt wird bis zu dem Stück weichen Eisens, das dadurch, wie erwähnt, zum Electromagnet geworden. Aber die Moleküle eines Leitungskörpers pflanzen die Bewegung der Anziehung sowie anderseits die Bewegung der Abstoßung nur insoferne fort, als sie mobil sind und sich nicht ausdehnen in Bezug auf den Contractions- oder negativ-electrischen Körper, oder sich nicht zusammenziehen in Bezug auf den Expansions- oder positiv-electrischen Körper, und zwar nicht in dem Maße als die Moleküle jenes sich zusammenziehen oder die Moleküle dieses sich ausdehnen. Insofern und soviel sie sich aber ausdehnen, als die Contraction in Summa der sich zusammenziehenden Moleküle des negativ-electrischen Körpers beträgt, pflanzen sie die Anziehungsbewegung nicht weiter fort, — und insofern und soviel sie sich contrahiren, als die Expansion in Summa der sich ausdehnenden Moleküle des positiv-electrischen Körpers beträgt, pflanzen sie die Abstoßung nicht weiter fort.

Sie füllen den durch die Contraction der Moleküle des negativ-electrischen Körpers in Summa entstandenen leeren Raum durch Vergrößerung ihres eigenen Volumens, durch eigene Expansion aus, — und schaffen anderseits durch ihre eigene Contraction das durch die Expansion der Moleküle des positiv-electrischen Körpers in Anspruch genommene Plus des Raumes. Ausdehnung der Moleküle begründet nach unsern Begriffen aber die Erwärmung und das Leuchten, und Contraction der Moleküle begründet Kälte und Erstarrung. Dieses wird durch das Experiment bestättiget. Denn ein zwischen die zwei Enden eines durchbrochenen Leitungsdrahtes gelegter Körper erfährt während der electrischen Strömung nur an der negativen Electrode eine Erwärmung, Ausdehnung, Verflüchtigung und an dieser nur beginnt das electrische Leuchten einer durch die Luftpumpe verdünnten Gasart. Wie hier durch die Molekularcontraction des negativ-electrischen Körpers, so entsteht auch Wärme und Licht bei dem Verbrennen eines Körpers, nämlich durch Erzeugung leeren Raumes. Bei dem Verbrennen nämlich verbinden sich der Wasserstoff des verbrennenden Körpers und der Sauerstoff seiner Umgebung zu einem dritten Körper, Wassergas, welches ein um $1/3$ kleineres Volumen in Anspruch nimmt, als die Volumen der beiden Bestandtheile, die sich miteinander um jenes zu bilden verbunden haben. Daß aber lediglich die Erzeugung leeren Raumes der an der Flamme sich zu einem neuen Körper von geringeren Volumen vereinigenden Sauerstoff- und Wasserstoffgasen es ist, was diejenige Molekularexpansion, die an unserm eigenen Leibe wir als Wärme empfinden, erzeuget, möchte auch noch aus dem Umstande klar werden, daß feste oder flüssige Körper sich molekular ausdehnen, sich verflüchtigen, auch wenn man keinen Verbrennungsprozeß als Grund auffinden kann; wie z. B. das Wasser, welches bei 28 Zoll Quecksilberbarometerdruck der Luft erst bei einer Hitze von 100 Grad C. in Dampfform verwandelt wird, verdunstet bekanntlich auch bei viel niedriger Temperatur, sogar in Eisform, in den Polargegenden bei einer Lufttemperatur von — 40° C. Ich habe den Grund der Ausdehnung des Wassers in der Luft in der Erzeugung leeren Raumes gesucht, welcher entsteht, wenn durch die Stoßkraft des Sonnenlichtes die Luftmoleküle zur Con-

traction gezwungen ihr Volumen verkleinern, wornach das Wasser oder der Erde in die vergrößerten Intermolekularräume der Luft einzutreten gezwungen sind. Dieß findet in heißen Sommertagen im hohen Grade statt, in kalten Wintertagen aber nur in so geringem Grade, daß nur die äußerste Oberfläche des Wassers oder Eises — und auch unsers Leibes daran Theil nehmen können, so daß das in festem Glase eingeschlossene Quecksilber dadurch ebensowenig sich ausdehnt, als wir unsere mit Empfindung versehenen organischen Zellen unterhalb der unempfindlichen Epidermis sich ausdehnen fühlen und wir warm werden, wir also zwar Kälte fühlen, aber auch durch die Haut Wasser ausdünsten, transpiriren. Noch deutlicher aber für unsere Ansicht von Wärme und Verdunstung sprechend ist die Möglichkeit der Verdunstung ohne Feuer unter der Luftpumpe. Hier wird denn doch buchstäblich leerer Raum geschaffen, indem die Menge Luft, welche anfänglich in der Luftpumpe sich befindet, herausgezogen wird, wonach das zurückbleibende Wasser den Raum einzunehmen gezwungen ist, den vorher die Luft eingenommen, nämlich sich auszudehnen, seine tropfbarflüssige Form in die luftige zu verwandeln. Das Gegentheil, die Verwandlung der Luftform der Körper in die tropfbar flüssige findet statt, wenn man das Gegentheil thut, nämlich statt Luft auszupumpen, luftförmige Körper zu immer größerer Menge einpumpt, in den Raum, der von einer gewissen Menge einer Luftart ausgefüllet, noch eine viel größere Menge hineinzwingt, so daß also jedes einzelne Molekül derselben auch weniger Platz für sich hat als vorher, sein Volumen daher verkleinern, d. i. sich contrahiren muß. So wird ja bekanntlich das kohlensaure Gas in flüssige Kohlensäure verwandelt.

Durch den electrischen Strom werden Körper (z. B. Wasser) in ihre chemischen Bestandtheile (Wasserstoff und Sauerstoff) zerlegt, so zwar, daß der positiv-electrische Bestandtheil, z. B. des Wassers, der Wasserstoff, an der negativen Electrode, und der negativ-electrische Bestandtheil, z. B. der Sauerstoff, an der positiven Electrode zur Entwicklung kommt und frei wird. Aber nicht blos scheidend (analytisch) wirkt der electrische Strom auf die Körper, sondern auch verbindend (synthetisch), so daß zwei Körper oder zwei chemische Bestandtheile sich mit einander zu Einem

verbinden, wenn sie entgegengesetzter Electricität sind, wie z. B. Wasserstoff und Sauerstoff, oder eine Base und eine Säure. Berzelius hat auf die Verschiedenheit der Electricität der Körper die chemische Verwandtschaft gegründet. Uebersetzen wir die Electricitätsverschiedenheit der Körper in unserm Sinn, nach welchem ein Körper positiv=electrisch ist, wenn seine Moleküle in Ausdehnung, und negativ=electrisch, wenn seine Moleküle in Contraction begriffen sind, so verbindet sich ein Körper chemisch mit einem andern, wenn ersterer in Molekularexpansion, letzterer in Molekularcontraction begriffen ist. Nach unseren Begriffen zwingen die in Contraction begriffenen Moleküle dadurch, daß sie vermöge ihrer Volumensverminderung einen geringern Raum einnehmen, die sie berührenden in Expansion begriffenen Moleküle, sich an sie — die sich zusammenziehenden — anzulegen. Ich hege die Vermuthung, daß die von den sich contrahirenden Molekülen angezogenen expandirten Moleküle sich um diese anlegen, diese einhüllen, so daß die in Expansion begriffenen Moleküle die Peripherie, die sich contrahirenden und also jene anziehenden Moleküle das Centrum oder den Kern des neuen durch diese Verbindung entstandenen Moleküles bilden. Eine solche Verbindung von sich contrahirenden und von expandirten Molekülen oder Atomen nenne ich eine chemische und unterscheide von diesem auf Anziehung beruhenden Prozeß, der chemischen Synthese, die Cohäsion oder den Zusammenhang, welcher ebenfalls auf Anziehung beruhet, auf einer Anziehung, die ein sich contrahirendes Molekül auf ein gleichfalls sich contrahirendes oder contrahirtes und nicht wie die chemische auf ein expandirtes Molekül ausübt. So bilden sich und wachsen die Krystalle, wenn z. B. in Ruhe verbliebene gesättigte Salzlösungen oder in großer Kälte ruhig gestandenes Wasser durch irgend eine Ursache einen Stoß erleiden, so daß die einzelnen Moleküle sich contrahiren, und die sich contrahirenden Moleküle sich gegenseitig anziehen, aneinander sich hängen, cohäriren. Werden die cohärirenden Moleküle der Wirkung einer hinreichend großen Summe von andern sich contrahirenden Molekülen ausgesetzt, d. i. werden sie durch diese ausgedehnt (erwärmt), so stoßen sich die Moleküle gegenseitig ab, die Cohäsion der von ihnen gebildeten Masse hört auf, oder

mindert sich je nach dem Grade der Ausdehnung der Moleküle, — ein fester Körper verflüssiget sich, — und sofort ihre tropfbar flüssige Form verwandelt sich in die Luftform, welche Art des Zustandes der Körper den geringsten Grad von Cohäsion besitzt. Daher ist die Wärme auch der größte Feind der Cohäsion, für die Ausdehnungskraft wirkt die Zusammenziehungskraft, auf welche die Cohäsion basirt ist, geradewegs entgegen. Feste Körper besitzen die größte, die luftförmigen die geringste Cohäsion. So lange die Moleküle eines Körpers mit einander in Zusammenhang bleiben, so lange müssen sie auch in Contraction verharren, die Contractionskraft der einzelnen Moleküle muß fortdauernd thätig sein, denn von ihrer Wirksamkeit hängt ja die Cohäsion ab. Dieses ist auch der Grund, warum fortan die Körper je nach ihrem Cohäsionsgrad auf die Moleküle anderer Körper, seien diese von fester, flüssiger oder flüchtiger Form eine Anziehung ausüben. Diese Art Anziehung nennt man im allgemeinen die Adhäsion, die Kraft derselben Adhäsionskraft. Auf ihr beruhen die Vorgänge der Capillarität, der Endosmose und Exosmose. Es ist aber immer nur eine verhältnißmäßig kleine Anzahl von Molekülen eines an einem Andern adhärirenden Körpers, welche unmittelbar ihre Anziehungskraft auf die Moleküle des andern Körpers ausüben können, es sind nur die Moleküle der dem zu adhärirenden Körper zugänglichen oder anliegenden Oberflächen. Es hängt die Adhäsionskraft daher auch von der Größe der Oberfläche ab, mit der die Körper adhäriren. Ist die Dicke der Körpersmasse, d. i. die Summe der nicht adhärirenden Moleküle, größer als die Fläche, oder die Summe der Moleküle, die adhäriren, so wird die Adhäsionskraft von der Schwerkraft des adhärirten Körpers aufgehoben, im Falle dieser stützlos zur Erde seine Richtung hat.

Die Schwere ist die anziehende Wirkung der auf Molekularcontraction beruhenden Cohäsionskraft verhältnißmäßig sehr großer Massen auf andere verhältnißmäßig sehr kleine Körpersmassen. Eine solche Anziehung übt die Sonne auf die Erde, diese auf ihren Mond und auf alle in dem Wirkungskreise ihrer Anziehung sich befindlichen und in denselben gelangenden Körper aus. Von dem Mittelpunkt des anziehenden Körpers aus-

gehend pflanzt sich die Anziehungskraft oder die Schwerkraft um so weiter fort, um so größer die Summe der mit einander in Cohäsion stehenden Moleküle des Körpers ist, — daher weil größer hat die Sonne einen größern Wirkungskreis der Anziehung als die Erde. Die Schwerkraft der Erde beruhet auf ihrer Cohäsion, — ihre Cohäsion beruhet aber auf der gegenseitigen Anziehung ihrer Moleküle, und die Anziehungskraft ihrer Moleküle auf der Zusammenziehungs- oder Contractionskraft dieser. Die Anziehungskraft der Erde nahm ihren Anfang mit der ersten Contraction ihrer Moleküle und wird so lange währen, als ihre Cohäsion. Diese besteht aber noch fortwährend — und also auch die Contraction ihrer Moleküle, — denn sonst müßte die Erde in ihre Moleküle, und diese in ihre Elemente zerfallen, das Ganze der Vernichtung Preis gegeben sein. — Die Contraction der Moleküle verursacht aber deßhalb eine Anziehung, weil sie leeren Raum schafft. Die Anziehungskraft der Erde, kann man weiter sagen, ist gleich dem leeren Raum, der durch die Summe der fortdauernden Zusammenziehungen (Volumsverringerungen) ihrer einzelnen Moleküle geschaffen wird.

Obwohl man von Seite der astronomischen Physik sich bestrebt, darzuthun, daß die Erde seit dem Beginne der Menschengeschichte nicht kleiner geworden ist, also jetzt noch keinen kleineren Raum als vor 6000 Jahren einnimmt, vorzüglich weil die Temperatur des Erdplaneten (wahrscheinlichst) dieselbe geblieben, so möchte der Umstand, daß die Erde alljährlich ihren Lauf um die Sonne um so viel verkürzt, daß diese Zeit nach 25,000 Jahren Einen Tag ausmacht für eine fortschreitende Verkleinerung der Erde, und also nach unsern Begriffen auch für eine fortwährende Molekularcontraction sprechen. Denn da die Erde ihrer aus den Erdschichten resultirenden Geschichte gemäß in früheren Jahrtausenden ein größeres Volumen eingenommen, eine geringere Consistenz ihres Stoffes besessen, und eine höhere Temperatur gehabt haben muß, und nur allmählig zu der jetzigen Gestalt und Consistenz gelanget sein kann, so ist nicht einzusehen, daß die Erde nur bis zu einem gewissen Punkte die Kraft gehabt hätte, sich zu contrahiren, ihr Volumen und dadurch ihre Temperatur zu verringern. Hätte sie die

Kraft, sich zu contrahiren einmal verloren, so würde sie keine Cohäsionskraft mehr besitzen, ihre Theile würden nicht mehr cohäriren. Besitzt die Erde aber, weil die Cohäsion, in der Molekularcontraction ihrer Moleküle auch die Kraft, sich in toto zu contrahiren, so muß sie nothwendigerweise wenn auch jährlich nur um den Milliontheil einer Linie ihr Volumen verringern, sie muß spezifisch schwerer werden, also auch schneller zur Sonne und weil rotirend um die Sonne sich bewegen. Spezifisch schwerere Körper, d. i. solche Körper, welche bei gleichem Volumen schwerer wiegen als andere von demselben Volumen, sinken z. B. in Wasser schneller unter, als spezifisch leichtere, weil, wenn auch für sie dieselben Fallgesetze bezüglich der Fallgeschwindigkeit gelten als für leichtere, sie denn doch den Widerstand des zu durchfallenden Mediums leichter überwinden, als die spezifisch leichteren. Hätte der Regentropfen nicht in der Luft, der Stein nicht in dem Wasser und der Planet nicht in dem den Weltraum erfüllenden für uns noch unbekannten Stoff einen Widerstand, so würden sie schneller als wirklich fallen. In dem Weltraum ist es aber nicht bloß der sogenannte Aether (vielleicht der verdünnte unter allen irdischen Stoffen spezifisch leichteste, der Wasserstoff), der der Anziehungskraft der Sonne, welche den Planeten zum Fallen zur Sonne zwingt, entgegenwirkt, sondern es muß noch eine andere Widerstandskraft existiren, denn sonst würden längst schon die Planeten auf die Sonne gefallen sein. Man nimmt in der astronomischen Physik an, daß eine uns unbekannte Gewalt die Planeten in den Weltraum geschleudert habe, die, weil man den Weltraum für quasi leer hält, dieser also keinen Widerstand leiste, noch immer fortwirkt, und so das vertikale Fallen der Planeten zur Sonne verhindert. Nun besitzt aber die Sonne nebst der Anziehungskraft noch eine dieser entgegenwirkende, nämlich eine Abstoßungskraft, deren Wirkung auf unsere Augen als Licht von jeher erkannt worden ist. Das Licht hat aber seinen Grund in einem molekular sich ausdehnenden Körper, das Licht der Sonne seinen Grund in der Molekularausdehnung der Oberfläche ihrer Masse. Die Summe der Lichtstrahlen nun, welche von der Sonne auf die ihr zugewendete Kugelhälfte der Erde fallen, ist es, welche das direkte Fallen des Planeten

zur Sonne hindert. Die Centripetalkraft der Sonne oder ihre von ihrem Mittelpunkt ausgehende und in der Contractionskraft der Moleküle ihres Kernes beruhende Anziehungskraft ist die Kraft, welche die Planeten zwingt, sich zu ihr zu bewegen, sowie die von dem Mittelpunkt der Erde ausgehende Anziehungskraft die irdischen Körper schwer und auf sie, wenn frei, fallen macht, — und die Centrifugalkraft der sich ausdehnenden Moleküle der leuchtenden Sonnenoberfläche (Sonnenatmosphäre) ist die Kraft, welche die Planeten von sich wieder abstößt. In dem Einen Moment kann man sich denken, zieht die Sonne die Planeten an sich, in dem andern Moment stößt sie dieselben von sich ab. An die Stelle der von den Physikern hypothetisch angenommenen, zu irgend einem Moment der Urzeit von irgend einer Gigantengewalt momentan und jetzt nicht mehr ausgeübten Stoßkraft, durch welche die Planeten vielleicht von der Sonnenmasse weg und fortgeschleudert worden wären, setze ich die mit der Sonnenexistenz beginnende continuirlich neu erzeugten Stoßkräfte der sich ausdehnenden und als solche leuchtenden Moleküle der Sonnenoberfläche, welche in summa der Anziehungskraft der sich continuirlich contrahirenden Moleküle des Sonnenkerns, also der Schwere und dem direkten Fallen des Planeten zur Sonne entgegenwirken. Ist der Lichtstrahl eine stoßende Bewegung, so folgt daraus nothwendig, daß die Summe der Lichtstrahlen, welche die Sonne auf die Erde sendet, eine Abstoßung der Erde von der Sonne hervorbringt. Und daß das Licht eine Stoßbewegung ist, dafür sprechen viele, dagegen keine Gründe. Alle unsere Empfindungen von unserer Außenwelt sind nur Berührungen unseres Leibes durch äußerliche Dinge. Diese Berührungen können nur Bewegungen sein, die von andern Körpern auf unsern Leib gerichtet sind. Von dem Schall wissen wir, daß er in einer Bewegung besteht, welche wellenartig durch luftige, flüssige oder feste Körper fortgepflanzt unser Gehörwerkzeug stoßend trifft. Ja ich glaube sogar, daß das Riechen und Schmecken durch eine Art Stoß hervorgebracht wird, den die in der höheren Temperatur unserer Nasenhöhle mehr verflüchtigenden Riechstoffe, und die auf der Mundschleimhaut verflüssigenden oder mehr verflüssigenden Stoffe durch ihre Ausdehnung auf die superfiziellen Zellen unserer Geruchs- und Geschmacksorgane

bewerkstelligen. Das Licht wird durch eine Wellenbewegung wie der Schall fortgeleitet, und indem diese Wellenbewegung auf den superfiziellen Zellen unserer Sehhaut (retina) mit einem Stoß endigen, empfinden wir das Licht, wir sehen. Die zur Zeit herrschende Annahme aber über den Träger der Lichtwellenbewegung erkennt als solchen den Lichtäther, eine imponderable Materie, deren Existenz nicht nachgewiesen, nur ideal ist. Wie wir schon öfter uns ausgesprochen, halten wir die Existenz des hypothetischen Lichtäthers nicht für nothwendig, um die Fortpflanzung des Lichtes zu erklären, sondern wir halten die wägbaren, durchsichtigen, gasigen, flüssigen und festen Körper beziehungsweise ihre Moleküle selbst für die leitenden Träger derjenigen Bewegung, welche von leuchtenden Körpern ausgeht. Da alle Körper, welche leuchten, im Molekularausdehnungszustand sich befinden, so ist die Wirkung, welche sie durch ihre Ausdehnung auf die Nachbarkörper, beziehungsweise ihre Moleküle hervorbringen, entweder im Falle diese entsprechend leicht mobil sind eine Abstoßung, oder im Falle sie nicht mobil sind eine diese contrahirende. Am besten wird das Licht fortgeleitet durch luftförmige Körper, ihre Moleküle sind die am leichtesten zu bewegenden. Möglichst große Leichtbeweglichkeit der Moleküle ist aber für die Fortleitung des Lichtes nöthig, weil die Abstoßungskraft eines einzelnen sich ausdehnenden Moleküles eines leuchtenden Körpers entsprechend der Kleinheit eines Moleküles auch sehr klein ist. Lichtleiter können daher auch Körper sein, welche eine geringe Cohäsion haben, deren Moleküle von geringem Zusammenhang unter sich sind. Da aber diejenigen Moleküle die geringste Cohäsion dem aus ihnen zusammengesetzten Körper verleihen, welche die geringste Zusammenziehungskraft besitzen, so sind auch die am meisten ausgedehnten Moleküle, beziehungsweise die aus solchen zusammengesetzten Körper die besten Lichtleiter. Den gasförmigen Körpern reihen sich in dieser Beziehung die tropfbarflüssigen und die Eise (Krystalle) an. Unter den festen Körpern besitzen die Glase die größte Zerbrechlichkeit und die Krystalle die leichteste Spaltbarkeit, welcher Umstand bei beiden auf eine geringe Cohäsion ihrer Moleküle deutet, so sonderbar dieses auch scheinbar klingen mag. Glase und Krystalle sind erstarrte Flüssigkeiten, der härteste unter

letztern, der Diamant, erstarrter flüssiger Kohlenstoff. Ihre Moleküle scheinen sogar eine größere Ausdehnung zu besitzen, als die Moleküle der tropfbaren Flüssigkeiten, aus denen sie stammen, denn die Schmelzflüssigkeit aller festen Körper ist bekanntlich spezifisch schwerer als diese selbst, diese schwimmen auf jener. Es ist freilich auch möglich, daß bei dem Uebergang der Körper aus dem flüssigen Zustand in den festen, ein Theil der Moleküle sich mehr contrahirt und aus diesem Grund der andere Theil sich mehr expandiren muß, jener Theil also größere Cohäsionskraft besitzt und den andern Theil der vielleicht gasförmig gewordenen Moleküle in sich einschließt, daher die ganze die Gestalt eines festen Körpers angenommen habende Masse spezifisch leichter geworden ist, als die gleichvoluminöse Masse im tropfbarflüssigen Zustand, aus der jene entstanden oder in welche sie zurückgekehrt ist. In letzterem Falle würde die Durchsichtigkeit der Krystalle sich der Lichtleitungsfähigkeit der durchscheinenden Körper anschließen.

Bei der Fortpflanzung der Bewegung der Wasserwellen ist der Grund dieser, daß eine sichtbar bestimmt große durch irgend eine Gewalt von ihrem Platz verdrängte Wassermenge eine anstoßende gleich große Wassermenge ebenfalls von ihrem Platz verdrängt. Bei der Fortleitung des Schalles verrückt eine unsichtbar bestimmt kleine Menge von Luft-, Wasser- oder fester Körper-Molekülen eine gleiche kleine Menge anderer Moleküle. Bei der Fortleitung des Lichtes aber, der abstoßenden Kraft der sich ausdehnenden Moleküle eines leuchtenden Körpers scheint nicht mehr eine gewisse Menge von Molekülen von Luft oder Flüssigkeit der Träger der fortgeleiteten Abstoßungskraft zu sein, sondern diese von Moleküle zu Moleküle, von je einem zu je einem andern fortgepflanzt zu werden. In der Voraussetzung, daß je kleiner die Körper sind, welche eine Bewegung fortpflanzen, desto größer die Fortpflanzungsgeschwindigkeit sei, möchte darauf schon der große Unterschied der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles, der in einer Sekunde nur 340,88 Meter und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes, welches in der Sekunde 42,000 geographische Meilen durchläuft, hindeuten. Das Licht oder die Abstoßung der sich expandirenden Moleküle eines leuchtenden Körpers wird von Moleküle zu Moleküle fort-

gepflanzt, und diese Bewegungsart ist eher mit dem Namen Vibriren, Zittern als mit Undulation rechtmäßig zu belegen. Während das Licht fortgepflanzt wird, befinden sich die Moleküle lichtleitender Körper in einem Hin- und Herschwanken begriffen, indem auf den Moment des Stoßes von Seite des sich ausdehnenden Moleküles des leuchtenden Körpers wieder ein Moment der Ruhe, der Moment des Aufhörens der Abstoßung eines sich eben ausdehnenden Moleküles treten muß. In diesem zweiten Moment rückt das vorher vorwärtsgestoßene Molekül des Lichtleiters wieder an seinen frühern Platz zurück, bis es abermals von einem neu sich expandirenden Moleküle des leuchtenden Körpers, wie zuerst, abgestoßen wird. Würde an den Molekülen des lichtleitenden Mediums nicht eine andere Kraft thätig sein, so müßte das Licht von dem leuchtenden Körper aus in gerader Linie radienförmig fortgepflanzt werden. Da aber auf die Moleküle der Luft der irdischen Atmosphäre die Anziehungskraft der Erde, und die wenn auch geringe Cohäsionskraft der Luftmoleküle unter sich nothwendig einwirkt, so erleidet die Schnelligkeit und die Linie der Lichtfortpflanzung eine Abneigung zu der Seite hin, nach welcher die andere auf die Luftmoleküle einwirkende Kraft die Richtung bestimmt. Die Brechung (Refraction) des Lichtes oder die Abweichung des Lichtstrahles von der geraden Linie wird durch die Erdanziehung oder die Schwere, die Verzögerung oder Verlangsamung der Lichtleitung durch die Cohäsionskraft des lichtleitenden Körpers verursacht. So kommt es, daß uns das Licht der Sonne in einer gegen den Erdmittelpunkt hin gebogenen oder geneigten Linie zukömmt, und die Sonne an einem höhern Standpunkt uns erscheint, als sie wirklich ist, und wir die Sonne schon oder noch zu sehen bekommen, während sie noch oder schon unter dem Horizont steht. Je größer die ablenkende Anziehungskraft, die auf die Moleküle des lichtleitenden Körpers einwirket, ist, desto bedeutender ist die Brechung des Lichtes. Flüssigkeiten brechen daher den Lichtstrahl stärker als Gase, und feste Körper, Glas und Krystall wieder stärker als Wasser. Dieser Behauptung möchte freilich die Erfahrung widersprechen, daß nämlich spezifisch leichtere Flüssigkeiten, wie z. B. Oele, Aether, Alkohol eine größere Brechung bei der Lichtleitung verursachen als das spezifisch

schwerere Wasser. Allein mich dünkt, daß das spezifische Gewicht nur nach dem Volumen und nicht nach der Anzahl der Atome, und fügen wir bei, nach dem spezifischen Atomengewicht der Flüssigkeiten berechenbar ist, also nicht genau bestimmt ist, für welche Ansicht der Umstand sprechen mag, daß gerade jene spezifisch leichteren Flüssigkeiten, welche ein größeres Brechungsvermögen, auch eine größere Fähigkeit sich zusammendrücken zu lassen besitzen, während die Zusammendrückbarkeit von Schwefelsäure und Schwefelkohlenstoff, welche ein größeres Lichtbrechungsvermögen als Wasser besitzen, kleiner ist, als die des Wassers.

Die Cohäsion oder Zusammenhangskraft der Moleküle eines lichtleitenden Körpers wirkt hinderlich und verzögernd auf die Lichtleitung ein, wenn sie in anderm Sinn als die Stoßkraft des leuchtenden Körpers wirket, — sie befördert oder beschleuniget aber die Lichtleitung, wenn Lichtstrahl und Cohäsionskraft ein und dieselbe Richtung haben. Da eine Kraft, welche einen in Schwingung befindlichen Körper in einem rechten Winkel seiner Schwingung angreift, letztere aufhebt, so kann man sagen, je mehr sich der Winkel, unter welchem die Cohäsionskraft eines Lichtleiters den Lichtstrahl kreuzt, einem Rechten nähert, desto bedeutender ist die Verzögerung des Lichtstrahles und je mehr er sich der geraden Linie nähert, desto geringer ist die Verzögerung oder desto größer ist die Beschleunigung der Lichtfortpflanzungsgeschwindigkeit. In der Verzögerung der Geschwindigkeit des fortgeleiteten Lichtstrahles haben wir den Grund der F a r b e n gesucht, und die Farben mit den musikalischen Tönen in Vergleich gesetzt, so daß, sowie die höheren Töne diejenigen sind, welche von einem in Einem Zeitmomente mehr Schwingungen machenden Körper herrühren, und die tiefern Töne jene, welche von einem in einem gleich großen Zeitmomente eine geringere Anzahl von Schwingungen machenden Körper herrühren, — ebenso heller oder höher das Licht, welches mit größerer Geschwindigkeit auf unsere Sehhaut geleitet wird, und tiefer farbiger, dunkler das Licht ist, welches mit verzögerter Geschwindigkeit oder langsamer uns zugeleitet wird.

Körper, deren Moleküle eine geringere Ausdehnung besitzen als Gase, Flüssigkeiten und Krystalle, also eine größere Contractions- und folglich auch Cohäsionskraft, sind nicht fähig, das Licht fortzuleiten, — sie können es reflectiren oder aber, wie man

sich gemeinhin ausdrückt, absorbiren. In dem, was die Physiker Lichtabsorption nennen, erkennen wir die Wirkung der Molekularcontraction, welche eintritt, wenn die von dem leuchtenden Körper ausgehende und fortgepflanzte Abstoßungskraft, ein Lichtstrahl auf einen Körper trifft, dessen Moleküle wegen ihrer zu großen Contractions- und Cohäsionskraft für die Lichtleitung eine zu geringe Mobilität besitzen, und daher weil nicht leicht abstoßfähig sich mehr contrahiren. Solche von dem Licht beschienen, dasselbe nicht leitende sondern absorbirende Körper fühlen sich wärmer an, als vor der Bescheinung, d. h. unsere Hautzellen expandiren sich während die Moleküle jener Körper durch das Licht zur Contraction gezwungen werden. Der contrahirenden Wirkung der Sonnenstrahlen ist es auch zuzuschreiben, daß eine Stahlnadel, deren eine Hälfte der Insolation längere Zeit preisgegeben, deren andere Hälfte durch Umwicklung vor der Einwirkung des Sonnenlichtes geschützt ist, magnetische Anziehungskraft erhalte. Das Phosphoresciren oder Selbstleuchten ist meiner Ansicht nach nur der Wiederausdehnungsakt der durch die Insolation bei Tage contrahirten Moleküle faulen Holzes &c. bei Nacht oder in Dunkelheit. Der Verbrennungsakt oder die Verbindung des Wasserstoffes verwesenden Holzes mit dem Sauerstoff der Luft, welchem man ehedem die Erscheinung des Selbstleuchtens zugeschrieben hat, ist nicht der Grund, sondern nur ein neben dem Leuchten nach Insolation hergehender Prozeß, der ebenfalls durch die Wiederausdehnung der durch das Sonnenlicht contrahirten Holzmoleküle hervorgerufen wird.

Wenn ich sagte, das Leuchten der Körper hat seinen Grund in der Ausdehnung seiner Moleküle, so ist das so zu verstehen, daß nicht das größere Volumen der Moleküle die Eigenschaft des Leuchtens mit sich führt, nicht das Ausgedehnt*sein*, auch eigentlich nicht das Ausgedehntwerden, sondern das sich Ausdehnen der Moleküle, der *Akt* des Ausdehnens derselben das Leuchten verursacht, — denn nur ein eben sich ausdehnendes Molekül verhält sich in der Art aktiv, daß es seinen Nachbarmolekül einen Stoß versetzen kann, welches wenn leicht beweglich, diesen Stoß zu einem andern, und sofort dieses wieder einer Reihe folgender Moleküle, deren letztes unsre Augennerven berührt, fortleiten kann. Eine in der Luftpumpe verdünnte Luft

leuchtet an und für sich nicht. Wird aber durch sie ein electrischer Strom geleitet, so leuchtet sie, das sogenannte electrische Licht darstellend, und wird die electrische Strömung unterbrochen, so hört dasselbe wieder auf. Nur während die Moleküle des in der Luftpumpe befindlichen Gases sich an der negativen Electrode ausdehnen, nur während der Dauer ihres Ausdehnungsaktes leuchten sie. So mag es sich auch mit den der contrahirenden Wirkung der Sonne zeitlich entbehrenden Molekülen der Luft in den Polargegenden verhalten, welche erst dann das schöne Schauspiel eines electrischen Leuchtens gewähren, wenn sie an der negativen Electrode des zwischen Aequator und den Polen der Erde herrschenden electrischen Stromes, durch die stärker wirkende Anziehung der an den Polen abgeplatteten Erde in Ausdehnungsakt versetzt werden.

Licht und Wärme beruhen auf sich entgegengesetzten Zuständen der Körper, — Licht auf dem Molekularausdehnungsakt, — Wärme auf dem Molekularcontractionsakt der Körper. Die Empfindung des Lichtes beruhet auf einer Contraction der peripherischen Theilchen unserer Sehenerven in Folge des Lichtstoßes — das Wärmegefühl beruht auf der Expansion der peripherischen Zellen unseres Leibes, der Hautzellen. Wie die Wärme so ist auch die Schwere dem Lichte entgegengesetzt, beide beruhen auf einem Molekularcontractionsakt der Körper, unterscheiden sich aber von einander, daß bei jener die Molekularcontraction auf die zunächstliegenden immobilen und expansiblen Moleküle, bei dieser auf die leicht mobile zur Expansion nicht geneigten Moleküle und so durch die fortgeleitete Anziehungskraft in die Ferne wirkt. Sowie das Licht sich als Stoß von Molekül zu Molekül fortleitet, so leitet sich auch die Schwerkraft als Zug von Molekül zu Molekül fort. Die Lichtstrahlen erzeugen nur auf secundäre Weise Wärme, indem sie z. B. die Luftmoleküle contrahiren und erst nach dieser Luftmolekularcontraction und durch diese andere in der Luft befindliche Moleküle zur Expansion, Erwärmung, gebracht werden. Die Schwere oder Molekularcontraction der Erde aber erzeugt auf direkte Weise Wärme, in dem Falle nämlich, daß mit der in Contraction begriffenen Erdmasse Moleküle in nahe Berührung kommen, welche nicht mehr von der Stelle sich bewegen können, also durch die Contractions-

kraft der Erde, die sie vorher angezogen, zur Expansion genöthiget werden. So mag es sich mit den Wassermolekülen verhalten, welche in größere Tiefe der Erde versunken erwärmt, und als mehr expandirte oder erwärmte Moleküle von den auf ihnen ruhenden andern Wassermolekülen, weil diese spezifisch schwerer sind und jene leichter geworden sind, in die Höhe gedrückt resp. gehoben werden, und als warme Quellen zu Tage kommen. Hierin scheint mir, wie ich es früher schon ausgesprochen *), das Geheimniß der innern Erdwärme zu bestehen.

Der sphäroidale Zustand flüssiger Körper.

Wer schaudert nicht bei dem Gedanken, seine Hand in den Metallfluß glühenden Eisens zu stecken, und wie wahnwitzig scheint nicht das Vorhaben, „innerhalb eines glühenden Metalltiegels Wasser in Eis zu verwandeln?" Und doch kann man jenes ohne Gefahr unternehmen und ist dieses ein nicht unschwer auszuführendes Experiment. Wie es kommt, daß man seine Hand nicht verbrennt, wenn man sie in einen Metallfluß von 700 bis 1500 Grad Wärme steckt, wird erst klar, wenn man einsehen gelernt hat, wie Wasser in einem glühenden Tiegel gefrieren kann.

Jedermann weiß, daß Wasser, wenn es auf 80 Grad Reaumur oder 100 Grad Celsius erhitzt wird, siedet. Weingeist siedet schon bei 79° C. und ätherische Flüssigkeit bei 35° Wärme, die schwefelige Säure aber schon bei 11° Kälte. Wird nun Wasser, sei es kaltes oder siedend heißes, oder werden andere Flüssigkeiten in einen glühenden Metalltiegel (von 200—700° C.) getröpfelt, so siedet Wasser und alle Flüssigkeiten nicht, sondern rollen in Kugelformen in dem Tiegel von einer Seite zur andern herum. Diesen kugelnden und kugelichen Zustand irgend einer Flüssigkeit in einem glühenden Metallgefäß, früher unter dem Namen des Leidenfrost'schen Phänomens bekannt, hat nun Boutigny,

---

*) S. Physik. Briefe pag. 102—105.

welcher seit mehr denn 20 Jahren mit unermüdlichem Eifer die Körper in diesem Zustande beobachtet hat, mit dem Namen „sphäroidaler Zustand der Körper“ belegt. Derselbe hat erforscht, daß in diesem Zustande die flüssigen Körper eine Temperatur besitzen, welche nahe an ihrem Siedpunkte liegt und immer nur einige Grade niederer als dieser ist; so hat das Wasser im sphäroidalen Zustande die Temperatur von 77° R. oder 96,5° C. — der Alcohol + 75,05° C., der Aether + 34,25° C. und die schwefelige Säure während ihres sphäroidalen Zustandes — 10,05° C. Steckt man nun in die schwefelige Säure während ihres sphäroidalen Zustandes ein passendes mit Wasser gefülltes Gefäß, so gefriert in demselben das Wasser. Es muß nothwendig gefrieren, weil es sich in einem Medium — der schwefeligen Säure — befindet, das eine Temperatur von nur 10 Graden unter dem Gefrierpunkt des Wassers besitzt. Ja noch mehr; wird in ein Gemisch von Aether und starrer Kohlensäure, während dasselbe in einem glühenden Platintiegel in den sphäroidalen Zustand übergegangen, Quecksilber in einem metallenen Gefäß hineingesteckt, so gefriert darinnen das Quecksilber. Dieses flüssige Metall gefriert nämlich bei einer Temperatur von —39° C.; Kohlensäure aber, welche mittelst eines Druckes von 36 Atmosphären in den flüssigen Zustand gebracht wird, hat in Schneeform eine Temperatur von —79° C. Quecksilber in dieselbe gebracht, muß daher nothwendig gefrieren. Bedenkt man nun, daß die Umgebung des im sphäroidalen Zustande befindlichen Körpers, einerseits das glühende Metall eine Temperatur von 200 bis 1500° C., andererseits der Dampf im Gefäßraum eine Temperatur von 100 bis 200° C. besitzt, so erscheint das Gefrieren von Wasser und Quecksilber in dieser Umgebung, wenn nicht wunderbar, doch räthselhaft. Sobald aber die Flamme von dem Metalltiegel entfernt wird, und dieser anfängt, sich abzukühlen, so tritt ein Moment ein, in welchem der sphäroidale Körper plötzlich siedet und verdampfet. Dieser schnelle Wechsel der Zustände ist, so hält man allgemein für gewiß, die gewöhnliche Ursache des plötzlichen Zerspringens der Dampfkessel auf Schiffen, an Locomotiven und anderen Maschinen. Wird nämlich durch Unterlassung von regelmäßig neuem Zuschütten von Wasser in den Kessel dieser zum Theil von

Wasser leer und durch das unausgesetzt unterhaltene Feuer glühend gemacht, so verwandelt sich der Rest des im Kessel befindlichen noch nicht verdampften Wassers in den sphäroidalen Zustand. Tritt nun der Fall ein, daß plötzlich eine größere neue Wassermenge dem im sphäroidalen Zustand befindlichen Wasserreste zugeführt — oder daß die Heizung unterbrochen wird, so kühlt sich das Metall des Kessels ab, und es tritt der Moment ein, in welchem das in dem Kessel befindliche Wasser den sphäroidalen Zustand verläßt und plötzlich siedet und verdampft, — und durch die große Dampfanhäufung das unheilvolle Zerspringen des Kessels verursacht. Würde nur so viel oder so wenig Wasser zugelassen, daß das neuzufließende Wasser die Kugel des schon im sphäroidalen Zustande befindlichen Wassers nur vergrößert oder auf der vorigen Größe erhielte, den sphäroidalen Zustand also nicht aufhebt, so könnte das plötzliche eintretende Wiedersieden des Wassers und die rasche und reichliche Dampfentwickelung und also das Zerspringen des Kessels vermieden werden. Diese Vorsicht, allmählig sehr wenig Wasser neu zuströmen zu lassen, unter fortgesetzter Heizung ist auf Schiffen anzurathen, die sich auf offener See befinden und gegen Sturm und Wellen zu kämpfen haben, im Falle das Erglühen des Dampfkessels eingetreten und bemerkt werden sollte. Denn es findet, wohl bemerkt, während des sphäroidalen Zustandes des Wassers (sowie auch jedes anderen in diesem Zustande befindlichen Körpers) denn doch immer eine Verdampfung an der Oberfläche der auf dem glühendem Metall herumbewegten Kugel statt, und der hiedurch erzeugte Dampf, durch die große Hitze noch überdieß mit einer größeren Spannung begabt, ist immer noch im Stande, eine Maschine in Bewegung zu erhalten. Ist aber der Fall des Erglühens eines Dampfkessels an einer Fabrikmaschine oder einer Locomotive auf der Eisenbahn oder auf einem Schiffe, welches eben einen Fluß befährt, eingetreten, so geht der Rath dahin, die Maschine sogleich stehen zu lassen, die Heizung aber fortzuführen, o h n e den Kessel von neuem mit Wasser zu speisen. Denn bei fortgesetzter Glühhitze bleibt das Wasser fortwährend im sphäroidalen Zustande und dampft fortwährend von seiner Oberfläche ab und so lange fort, bis durch die allmählige Verdampfung die Wasserkugel immer und immer kleiner geworden

und endlich die letzte Spur ihres Wassers verdunstet ist. Es bleiben alsdann auf der glühenden Metallfläche nur die nicht mehr vergasbaren und unverbrennbaren Bestandtheile, die Erden und Salze des Wassers zurück, deren Gegenwart dem Dampfkessel keine Gefahr bringt. Alsdann erst unterbricht man, wenn kein Dampf mehr entwickelt wird, die Feuerung des Kessels und läßt ihn erkalten, füllt ihn aber nicht eher neuerdings mit Wasser, bis man nicht einen starken Luftstrom durch denselben hat gehen lassen, um das darin befindliche durch die in der großen Hitze vorhergegangene Wasserzersetzung erzeugte Wasserstoffgas hinauszudrängen.

Welche größere Widersprüche lassen sich denken! In demselben Moment, als das glühende Metall siedend heißes Wasser in seiner Temperatur herabsetzt, ja sogar die schwefelige Säure, welche bei — 11° C. siedet und bei gewöhnlicher Temperatur in offenem Raum nicht flüssig erhalten bleibt, nicht sieden läßt, bringt der um tausend und hundert Grad in seiner Temperatur niederere Luftraum des Metallgefäßes den sphäroidalen Körper zur Abdampfung und endlichen Verdampfung. Doch in den Naturerscheinungen herrschen keine Widersprüche, — Naturgesetze dürfen sich nicht widersprechen. Offenbar wird ein Körper im sphäroidalen Zustande von der glühenden Metallfläche abgestoßen, dieß zeigt die Bewegung der Kugel von einer Seite zur andern und der bemerkbare Abstand derselben von der Metallfläche. Daß letzterer wirklich obwalte, beweiset, daß bei gehöriger Vorrichtung ein Lichtstrahl durch den Abstandsraum zwischen der Fläche des glühenden Metalls und dem sphäroidalen Körper durchgesehen werden kann. Auch wird ein electrischer Strom von dem glühenden Metall zu dem Sphäroide nicht geleitet. Daß während des sphäroidalen Zustandes von Seite des glühenden Metalles nur Abstoßung und keine Anziehung, oder wie man sich gewöhnlich ausdrückt, keine Berührung oder Benetzung des glühenden Metalles durch die sphäroidale Flüssigkeit stattfindet, beweiset auch, daß ein Körper, welcher das Metall im kühlen Zustande chemisch angreift, z. B. Salpetersäure, in eine glühende Silberschale getröpfelt, in dieser ebensogut wie Wasser sich kugelt und herumrollt, ohne sich mit dem Silber zu verbinden, während, nähert man z. B. dem Salpetersäuresphäroid

auf der glühenden Schale ein kaltes Silberblech, dieses sogleich von der Säure angegriffen, zum Theil in salpetersaures Silber verwandelt wird. So greift Phosphor im sphäroidalen Zustand das glühende Metall nicht an, was er aber sogleich thut, wird die Flamme von der Schale entfernt und das Metall abgekühlt. — Wie läßt sich nun der Abstand zwischen der glühenden Metallfläche und der sphäroidalen Flüssigkeit erklären? Ein absolut leerer Raum kann zwischen beiden nicht bestehen, sonst müßte dieser ausgefüllt und die Flüssigkeit von dem Metalle angezogen werden. Man hat früher geglaubt, ein Theil des Dampfes, welcher das Sphäroid in Mitte der erwärmenden Luft erzeuget, befinde sich zwischen Metallfläche und Sphäroid unter diesem und bilde durch seine Spannkraft die Ursache der Abstoßung und der rollenden Bewegung des Sphäroides. Diese Meinung ist aber von Boutigny gründlich widerlegt worden, und insbesondere durch das Experiment, bei welchem auf einem glühenden Drahtgeflechte Wasser oder jede andere Flüssigkeit ebenso gut in sphäroidalen Zustand versetzt wird, als wie auf einer undurchlöcherten glühenden Metallfläche, und jene nicht nur durch die Maschenöffnungen des Netzes nicht durchfließt, sondern wobei auch nichts von dem sich bildenden Dampf durchströmt, was der Fall sein würde, befände sich unterhalb des Sphäroides ein Dampf. Sobald aber das Metallnetz zur Abkühlung gebracht wird, geräth die Flüssigkeit ins Sieden und Dampf und Wasser fließen durch das Metallnetz abwärts durch.

Wir haben die Wärme als den „Molekularausdehnungsact" eines Körpers definirt, und wem diese Definition nicht gefällig scheint, dem gilt als Wahrheit die Thatsache, daß alle Körper ohne Ausnahme, wenn sie erwärmt, in Ausdehnung gebracht werden. Wenn sich aber ein Körper ausdehnt und daher einen größeren Raum als zuvor einnimmt, so muß ein an ihn anliegender zweiter Körper ihm Platz machen, entweder dadurch, daß er einen kleineren Raum einnimmt und sich auf ein geringeres Volumen zusammenzieht, oder daß er von der Stelle sich hinwegbewegt, also von ersterem abgestoßen wird. Umgekehrt wird ein Körper oder ein Moleküle desselben ausgedehnt oder angezogen, wenn ein anliegender Körper oder ein Nachbaratom auf einem kleineren Raum sich zusammenzieht. Je nachdem ein Kör=

per leichter oder schwerer ausdehnbare Moleküle besitzt, wird er leichter oder schwerer ausgedehnt oder erwärmt. Das Metall besitzt schwerer, das Wasser leichter ausdehnbare Moleküle. Wird ein metallenes Gefäß, mit Wasser angefüllt, der Einwirkung des Feuers ausgesetzt, so sind zuerst die Metallatome des Gefäßes gezwungen, den Raum auszufüllen, welcher durch Verbrennung des Wasser- und Kohlenstoffes in der Flamme leer gemacht wird. Die schwer ausdehnbaren Metallatome füllen den leeren Raum aus, indem sie zum Theil sich ausdehnen, zum Theil in denselben eintreten, also der Flamme sich nähern. Den durch letztere Fortbewegung der Metallatome leer gewordenen Raum müssen aber die anliegenden Wassermoleküle ausfüllen. Diese leichter ausdehnbar thun dieß durch ihre fortgesetzte Ausdehnung, d. i. sie werden fortwährend erwärmt. Die mehr ausgedehnten oder warmen Wasseratome sind aber spezifisch leichter, als die noch nicht oder weniger ausgedehnten, und weil leicht beweglich werden sie von den kühleren und spezifisch schwereren Wassermolekülen emporgehoben. In dieser Bewegung des zu Boden Fallens der schweren oder kühlen, und des Aufsteigens der leichteren oder wärmeren Wassermoleküle besteht das Sieden des Wassers. Ist nun die ganze Wassermenge auf gleichen Grad erwärmt oder ausgedehnt, steht diese auf dem Siedpunkt, so werden durch fortgesetzte Ausdehnung die flüssigen Wassermoleküle in Gasform verwandelt. Als Gas verlassen die Wassermoleküle, weil sie spezifisch leichter sind als die auf dem Wasserspiegel liegende Luft, die Wassermenge und steigen in die Luft so hoch empor, bis sie in ein Medium gelangen, welches mit ihnen spezifisch gleich schwer oder leichter als sie ist. Das flüssige Wasser und mit ihm das Metall des Gefäßes, kann also keine höhere Temperatur erlangen als 100° C., weil die mehr ausgedehnten oder auf höherem Grad erwärmten Wassermoleküle die flüssige Masse verlassen, es mag diese noch so lange der Einwirkung der Flamme ausgesetzt sein. Wird ein Metallgefäß, ohne mit Wasser gefüllt zu sein, auf Feuer gesetzt, wo also die atmosphärische Luft seine Wände berührt und seine Räume ausfüllt, so muß den Raum, welchen die zum Theil erwärmten Metallatome durch ihre Annäherung an die Flamme leer gemacht haben, die anliegende Luft ausfüllen. Zuerst aber dehnt sich das etwa in der

dem Metall naheliegenden Luftschichte befindliche Wassergas noch mehr aus, und verläßt diese; hierauf müssen sich die Luftmoleküle noch mehr ausdehnen. Ausgedehnt oder erwärmt steigen auch die Luftmoleküle weil leichter geworden in höhere Regionen und andere weniger ausgedehnte, weniger erwärmte oder kühlere, weil schwerere fallen an ihrer Stelle ein. Die Luftmoleküle, größer und ausgedehnter als die Wassermoleküle leiten aber die Zugbewegung langsamer fort als diese und so kommt es, daß die Metallatome den durch die Verbrennung an der Flamme erzeugten leeren Raum durch ihre eigene Ausdehnung selbst ausfüllen müssen. Das Metall wird allmählig und endlich glühend; in diesem hohen Grad der Ausdehnung der glühenden Metallmasse wird nun ein auf diese fallender Flüssigkeitstropfen vermöge der Ausdehnungskraft jener abgestoßen. Die fallende Flüssigkeit verdrängt im Momente des Fallens die Luftmoleküle und diese treten, wenn die Flüssigkeit von dem glühenden Metall abgestoßen wird, sogleich in den Abstoßungsraum, und werden wieder verdrängt durch die gemäß ihrer Schwere auf das glühende Metall zurückfallende Flüssigkeit und treten beim erneuten Abgestoßenwerden dieser durch die sich ausdehnenden Metallatome abermals in den Zwischenraum zwischen beiden u. s. f. Die Größe der Abstoßungskraft der glühenden Metallfläche ist gleich der Summe der sich ausdehnenden Metallatome und dem Grad ihrer Ausdehnung; und die abstoßende Wirkung auf die Flüssigkeitsmenge ist die Resultante der die Flüssigkeitsmenge treffenden Stoßkräfte, also aller in der Richtung gegen jene sich ausdehnenden Metallatome. Je größer die Summe der sich ausdehnenden Metallatome ist, desto größeren Umfang kann durch erneutes Zugießen der Flüssigkeit ein Sphäroid erlangen.

Die Abstoßung einer Flüssigkeit durch eine glühende Metallfläche oder die Erscheinung des sphäroidalen Zustandes ist ein Gegenstück zu der Anziehung eines Stückes Eisen durch den Magnet. Jene ist eine Abstoßung, diese eine Anziehung eines Körpers gegen das Gesetz der Schwere. Diese Abstoßung nun, welche eine verhältnißmäßig kleine Menge einer Flüssigkeit durch die starke Molekularausdehnung eines glühenden Metalles erleidet, ist die Ursache ihrer Condensation, der Vergrößerung ihres Zusammenhanges, ihrer Cohäsionskraft, die Ursache des Tropfen-

oder kugelförmigen, des von Boutigny sogenannten sphäroidalen Zustandes eines flüssigen Körpers. Es ist daher gleichgültig, welche Temperatur eine Flüssigkeit besitzt; die Summe der Stoßkräfte der Moleküle der glühenden Metallfläche wirkt auf die Masse der Flüssigkeit und läßt sie nicht zur Expansion, zum Sieden und Verdampfen kommen, sondern erhält sie flüssig und in derjenigen Form, in welcher eine Flüssigkeit die größte Cohäsionskraft besitzt, ihre Moleküle den größten Grad der Zusammenziehung behaupten; „die Molekularkräfte summiren sich zur Massenkraft." In flüssigem Zustand auf eine glühende Metallfläche fallend, wird jeder Körper in sphäroidalen Zustand versetzt. Die Wärme wird von dem glühenden Metall nicht auf den sphäroidalen Körper geleitet, an seiner untern Halbkugeloberfläche weil contrahirt wird er abgekühlt, — wohl aber kömmt er mit seiner oberen Halbkugeloberfläche in die Wirkungssphäre der Wärmequelle und seine Moleküle auf dieser Fläche werden erwärmt, expandirt und in Gas verwandelt, der sphäroidale Körper dampfet mit seiner von der glühenden Metallfläche abgewandten Halbkugel-Oberfläche in der erhitzten Luft innerhalb des Gefäßraumes beständig ab.

Die sphäroidale Flüssigkeit von der einen Seite zur Verdampfung, von der andern Seite zur Condensirung genöthigt, befindet sich im Zustande zwischen Fluidität und Gasform, sie muß also eine Temperatur besitzen, welche an der Grenze liegt zwischen jener der flüssigen und jener der gasigen Form, d. i. sie muß nahe am Siedepunkt des Körpers sich befinden. Dieses ist auch wirklich der Fall, die Hitze mag noch so gesteigert werden, der sphäroidale Körper nimmt keine höhere Temperatur an, als eine unter und nahe dem Siedepunkt, — das Wasser + 96,5° C., der Alcohol + 75,05° C., der Aether + 34,25°, und die schwefelige Säure — 10,05° C. Ein in eine Flüssigkeit während ihres sphäroidalen Zustandes getauchter Körper muß die Temperatur unter und nahe dem Siedepunkt von letzterem annehmen, — Aether in einem Kölbchen in sphäroidales Wasser getaucht muß sieden, — Wasser in sphäroidale schwefelige Säure getaucht muß gefrieren. Befeuchtet man nun seine Hand mit Wasser, und steckt sie in den Fluß glühenden Metalles, so wird das Wasser, womit die Hand befeuchtet ist, in sphäroidalen Zustand

versetzt, und man fühlt nicht die tausendgradige Hitze des Metalles; sondern die des beinahe heißen Wassers; und befeuchtet man seine Hand mit Aether, so fühlt man eine Temperatur unter dem Siedepunkt des Aethers, nämlich + 34,25° C. Dieß ist nun das Räthsel, daß man seine Hand ungestraft in glühenden Metallfluß stecken kann, und jene mit Aether befeuchtet, dabei sogar ein Gefühl von Kühle, und mit einer gesättigten Auflösung von schwefeliger Säure befeuchtet, ein Gefühl von Kälte hat. Befeuchtet man seine Hand mit Aether, so kann man sie in siedendes Wasser, und befeuchtet man sie mit Wasser, so kann man sie in bis zu 300° C. erhitztes Oel tauchen ohne sich zu brennen.

Hr. Alph. Michel hat aber ohne die Vorsicht, die Hand zu befeuchten, mit seinem Finger einen Strahl geschmolzenen Eisens durchschnitten, — und nach ihm hat Boutigny seinen Finger in glühendes Gußeisen, Silber, Bronce und Blei gesteckt. Da die menschliche Haut und besonders jene der Hand, bei dem einen Menschen mehr, bei dem andern weniger, beständig Wasser ausdünstet oder schwitzt, so scheint in der That bei manchen Menschen die Vorsicht, vor dem Berühren eines flüssigglühenden Metalles seine Hand mit Wasser oder Aether zu befeuchten, unnöthig zu sein. Wäre es aber der Fall, daß man bei ganz trockener Haut geschmolzenes Metall ohne sich zu verbrennen, berühren könne, so bliebe uns keine andere Erklärung dieses scheinbaren Wunders übrig, als daß die Weichtheile der Haut selbst von der glühenden Metallmasse eine Abstoßung erleiden sowie eine Flüssigkeit, und daß, sowie diese in sphäroidalem Zustande sich condensiren, auch ihre Moleküle sich zusammenziehen und daß man daher statt Hitze eine Abkühlung fühle. Denn sich kalt fühlen heißt soviel als die Leibesmoleküle in der Zusammenziehung begriffen fühlen, — sowie warm fühlen so viel ist, als die Leibesmoleküle in der Ausdehnung begriffen fühlen. Das, was wir Druckgefühl nennen, ist die Wirkung eines Stoßes auf unsern Körper als Masse, — und die Kälte ist die Wirkung des Stoßes, welchen sich ausdehnende Körpersmoleküle auf unsere Leibesmoleküle ausüben. Sowie durch Kälte, so werden auch durch einen von allen peripherischen Punkten concentrisch auf eine Gasmenge ausgeübten Druck Luftarten in den tropfbar

flüssigen Zustand versetzt, wie z. B. die Kohlensäure, das Cyan- und das Ammoniakgas, und sowie durch Hitze so werden auch flüssige Körper, indem man sie unter der Luftpumpe von dem Druck der Luft befreit, zum Sieden gebracht und in Gas verwandelt; denn nur wo Raum leer wird, können sich die Körpermoleküle ausdehnen und dahin können sie sich fortbewegen, oder nur Körper, deren Moleküle sich zusammenziehen, können andere Körper erwärmen oder an sich ziehen. Dieses Ereigniß ist es auch, wenn die im sphäroidalen Zustande befindlichen Flüssigkeiten durch Abkühlung der geglühten Metallfläche zum Sieden und Verdunsten gebracht werden, — denn das Abkühlen besteht darin, daß die während des Glühens in höchster Ausdehnung sich befindlichen Metallmoleküle nach Entfernung der Flamme, als dem Herde wo Raum leer gemacht wird, sich zusammenzuziehen anfangen. Das sich abkühlende Metall wirkt wie eine Wärmequelle, wie die Flamme auf die noch im sphäroidalen Zustand befindliche Flüssigkeit, sie erzeugt durch ihre Molekularzusammenziehung leere Räume, welche die Flüssigkeit ausfüllen muß, diese wird daher von jener angezogen, die Flüssigkeit berührt oder benetzt das Metall und dehnt sich siedend und dunstend aus.*)

Die chemische Kraft.

In dem vorigen Brief über den sphäroidalen Zustand flüssiger Körper habe ich erwähnt, daß in einem glühenden Dampfkessel der Wasserdampf eine Zersetzung erleidet. Wie läßt sich nun diese Zersetzung erklären?

Das Wasser besteht aus zweierlei Elementen, dem Wasserstoff und dem Sauerstoff. Diese beiden sind luft- oder gasförmige einfache Grundstoffe. Der Wasserstoff ist der leichteste Körper auf Erden. Ein Kubikzoll Wasserstoff wiegt nämlich 14½ mal weniger als ein Kubikzoll atmosphärischer Luft und nur beiläufig den zwölftausendsten Theil eines Kubikzolls flüssigen Wassers. Ein Kubikzoll Sauerstoff aber wiegt 16 mal mehr

---

*) Zuerst veröffentlichet im Abendblatt z. neuen Münchner Zeitung 1858. Nr. 274, 275 und 278.

als ein Kubikzoll Wasserstoff. In Einem Kubikzoll Sauerstoff ist also 16 mal mehr wägbarer Stoff enthalten, als in einem gleichen Volumen von Wasserstoff. Nimmt man an, daß alle materiellen Atome gleich groß und gleich schwer seien, so müssen in einem Kubikzoll Sauerstoff 16 mal mehr Atome enthalten sein, als in einem Kubikzoll Wasserstoff. Nimmt man aber an, daß die Atome der verschiedenen Elemente ungleich groß und schwer sind, so müssen die Atome des Sauerstoffes 16 mal dichter und also schwerer sein, als die Wasserstoffatome. In jedem Fall ist der Sauerstoff eine auf einen bestimmten Raum zusammengezogene 16 mal größere materielle Menge, als der Wasserstoff. Wir sind der Ansicht: dem Sauerstoff wohnt eine 16 mal größere Zusammenziehungskraft inne als dem Wasserstoff, und umgekehrt ist die Expansionskraft des Wasserstoffes 16 mal größer als die des Sauerstoffes.

Denke man sich nun die glühende Fläche eines Metallgefäßes mit einer einfachen Schicht von Wassergasmolekülen bedeckt, welche an der andern Seite mit der erwärmten Luft des Gefäßraumes in Berührung steht. Von der glühenden Masse der sich ausdehnenden Metallatome abgestoßen und von der Wärmequelle des Luftraumes angezogen, werden die Wassergasmoleküle von jener zur Zusammenziehung, von dieser zur Ausdehnung getrieben. Das, was in dem Wassergas mehr Neigung zur Zusammenziehung oder mehr Contractionskraft besitzt, wird abgestoßen sich zusammenziehen, und das ist das Sauerstoffelement des Wassers, — und das, was mehr Neigung zur Ausdehnung oder mehr Expansionskraft besitzt, wird angezogen sich mehr ausdehnen, und dieß ist das Wasserstoffelement des Wassers. Der sich zusammenziehende und auf einen kleinen Raum beschränkende Sauerstoff hat für sich Platz bei der Raum beschränkenden Metallwand und der sich ausdehnende und größeren Raum erfordernde Wasserstoff findet denselben im erwärmenden Luftraum des Gefäßes (Kessels). Die beiden Elemente des gasförmigen Wassers werden dadurch von einander getrennt, — die chemische Zersetzung des Wasserdampfes ist erfolgt durch zwei sich entgegengesetzte und in entgegengesetzter Weise auf das zwischenliegende Wassergas wirkende Kräfte, d. i. durch einen freilich nur von zwei Elementen erzeugten electrischen Strom.

Setzt man an die Stelle des Dampfes das flüssige Wasser selbst und läßt man im obigen Fall auf die eine Seite einer Wassermenge eine abstoßende, auf die andere Seite derselben eine anziehende Kraft einwirken, d. i. bringt man den einen Theil einer Wassermenge mit dem positiven Pol einer galvanischen Batterie, und den entgegengesetzten Theil derselben mit dem negativen Pol der Batterie in Verbindung, so ist die dazwischen liegende Wassermenge oder die Summe der dazwischen liegenden Wassermoleküle, wenn nicht der Form nach doch dem Wesen nach derselben chemisch zersetzenden Wirkung ausgesetzt, als wie der Wasserdampf in einem glühenden Metallgefäß. Alle Wassermoleküle, welche in Mitte des galvanischen Stromes liegen und von diesen berührt werden, werden durch denselben in ihre Elemente zersetzt, aber nur die zwei Wasserstoffantheile des eben an der Verbindungsstelle (Platinplatte) mit dem negativen oder anziehenden Pol befindlichen Wassermoleküles steigen hier, und je Ein Sauerstoffantheil des eben an der Verbindungsstelle mit dem positiven oder abstoßenden Pol befindlichen Wassermoleküles steigt an dieser Stelle frei zu Tage. Denn es kommt auf dem Wege zu dem negativen oder anziehenden Pol der Wasserstoffantheil dem auf dem Wege zu dem positiven Pol begriffenen Sauerstoffantheil je zweier in dem electrischen Strom nebeneinander liegenden Wassermoleküle entgegen, und — sie verbinden sich — wir werden später begreifen, warum? — miteinander, werden wieder Wasser. Der Wasserstoffantheil des äußersten, am negativen Polende befindlichen Wassermoleküles aber begegnet keinem Sauerstoff mehr, und ebenso der Sauerstoffantheil des letzteren am positiven Polende befindlichen Wassermoleküles begegnet keinem Wasserstoff mehr, und beide werden also isolirt und frei, und weil leichter als Wasser steigen sie über den Wasserspiegel empor. So viele Zeitmomente lang der electrische Strom durch das Wasser geht, in so vielen Momenten werden an der negativen Polplatte immer je zwei Wasserstoffatome und an der positiven Polplatte immer je ein Sauerstoffatom frei entwickelt, während die zwischen innen liegenden Wassermoleküle aber in jedem Momente ihre Bestandtheile wechseln. Fängt man in je einem Cylinderglas beide sich entwickelnde Gasarten auf, so erhält man doppelt so viel Wasserstoff in dem einen Glas als

Sauerstoff in dem andern. Der freigewordene Sauerstoff wiegt aber achtmal mehr, als der freigewordene Wasserstoff. Es wiegt also Ein Volumen Sauerstoff — 16 mal mehr als Ein Volumen Wasserstoff.

Der galvanische Strom ist das mächtigste Scheidungsmittel für alle Stoffe. Seine Macht beruht auf der Anziehungskraft der Summe der Zusammenziehungskräfte der negativ-electrischen Bestandtheile (Platin, Kupfer, Kohle ꝛc.) und auf der Abstoßungskraft der Summe der Ausdehnungskräfte der positiv-electrischen Bestandtheile (Zink ꝛc.) einer galvanischen Batterie.

Wenn Boutigny in der Versetzung der Flüssigkeiten (durch Träufeln derselben auf glühendes Metall) in den sphäroidalen Zustand ein neues und vielversprechendes chemisches Scheidungsmittel gefunden zu haben glaubt, — und die Zerlegung von Wein, Alcohol, Aether und vielen andern flüssigen Körpern in ihre (sich wie einfache Elemente verhaltende) Radikale machen es wahrscheinlich — so haben wir nur hinzuzufügen, daß die wirkende Ursache hiebei auch der letzte Grund eines galvanischen Stromes ist, daher aber auch als keine neue Kraft angesehen werden kann, um so mehr, als manche andere Vorgänge bei chemischen Zersetzungen Aehnlichkeit mit dem Zersetzungsvorgang im sphäroidalen Zustande haben. Z. B. wird das Wasser — und wahrscheinlich ist es der Fall oder kann es der Fall sein, bei anderen Flüssigkeiten — in geschmolzenes glühendes Metall geschüttet, so wird ein Theil des Wassers in seine Elemente zerlegt. Läßt man Wasserdampf durch glühende Metallröhren streichen, so wird er in Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt, der Wasserstoff strömt aus der Röhre aus, der Sauerstoff bleibt an dem glühenden Metall der Röhre hängen. Gerade so wie im Voltameter der Wasserstoff an der Platinplatte des negativen Poles, der Sauerstoff an der Platinplatte des positiven Poles sich anhängt und anhäuft, ebenso geht der Wasserstoff in den warmen Röhrenraum und wenn angehäuft und verdrängt aus diesem heraus, und der Sauerstoff häuft sich an und condensirt sich an der metallenen Röhrenwand. Sobald aber das glühende Metall anfängt sich abzukühlen, also sich wieder zusammenziehend keine positiv-electrische Kraft mehr abgibt, so entweicht der Sauerstoff von dem Metall, wie es bei Silber der Fall, oder

er verbindet sich mit demselben zu einem Oxyd, wie es bei Eisen der Fall ist. Man läßt ja, um das Wasser in seine Elemente zu zersetzen und um Wasserstoff zu gewinnen, durch eine glühend gemachte eiserne Röhre Wasserdampf streichen. Allein nicht, wie man glaubt, die chemische Verwandtschaft des Eisens zu dem Sauerstoff ist Ursache der Zersetzung, sondern sein momentan glühender Zustand. Jene macht sich erst geltend, wenn die Eisenatome sich abkühlen und zusammenziehen. Denn im stets sich ausdehnenden, glühendem Zustande verhält sich Eisen, so wie jedes andere Metall oder auch jeder glühende Körper abstoßend gegen luft- oder tropfbarflüssige Körper, und nur im Wiedersichzusammenziehen werden die Atome anziehend. Anziehung ist aber nöthig, daß sich mit einem Körper ein anderer verbindet. Sowie ferners die Ausdehnung der Stoffe die Bedingniß zur chemischen Scheidung, so ist sie auch eine Vorbedingniß zur chemischen Verbindung. Elemente, ehe sie eine Verbindung eingehen, müssen sich ehevor ausdehnen, und man kann behaupten, alle Körper, um sich zu verbinden, müssen erst die Gasform erlangt haben. Daß dem so sei, möge der Umstand beweisen, daß die Gewichtsgrößen, mit welchen sich die verschiedenen Körper chemisch miteinander verbinden, d. h. ihre Aequivalentgewichte sich nur auf das spezifische Gewicht in ihrem Gaszustand beziehen. Der nächste Grund aber, daß sich Stoffe miteinander verbinden, ist, daß sie sich gegenseitig anziehen, — und auf dieser Anziehung der ausgedehnten Atome beruht eigentlich die chemische Verwandtschaft.

Eine größere Anziehungskraft des Einen Körpers als die eines andern bezeichnet die größere Verwandtschaft des Körpers zu einem Dritten. Von zwei Stoffen verbindet sich immer ein Dritter mit demjenigen, welcher ausgedehnt und in Gasform die größere Anziehungskraft besitzt, es mag diese durch die momentanen Verhältnisse ihm gegeben, eine relative, oder eine absolute ihm eigene sein. Da sowie die größere Anziehungskraft so auch das größere Vermögen angezogen zu werden von der größeren Molekularzusammenziehungskraft eines Stoffes abhängt, mit dieser aber auch die Anziehung, die ein Körper von der Erde erleidet, d. i. seine spezifische Schwere in ursächlichem Zusammenhang steht, so kann man sagen: „diejenigen Körper unter

mehreren ziehen sich gegenseitig an und verbinden sich miteinander chemisch, welche sich in ihrem spezifischen Gewichte während ihres (momentanen) Gaszustandes der Größe nach am nächsten stehen." Auf dem Mehr der Zusammenziehungs- und also Anziehungskraft während der oder im Moment der höchsten Ausdehnung zweier Stoffe in Gegenhalt zu einem dritten beruht die größere chemische Verwandtschaft jener und auf der in dem Momente höchster Ausdehnung eintretenden Zusammenziehung zweier Stoffe beruht die chemische Kraft.

Auf dem Mehr der Zusammenziehungs- und Anziehungskraft allein, welches ein fester Körper in Bezug auf einen flüssigen oder ein fester oder ein flüssiger Körper in Bezug auf einen gasförmigen besitzt, ist das Anziehungsvermögen gegründet, welches man mit dem Namen der Adhäsion, der Capillarität, und sofort Endos- und Exosmose belegt hat. Kohle z. B. und Platin, besonders in Pulverform, ziehen eine ungeheure Menge (ein 800mal größeres Volumen als das ihrer Oberfläche) von Gas an sich, ohne sich dabei mit ihm chemisch zu verbinden. Im Gegentheil gehen die an dem Platin adhärirten Gase mit andern im erhöhten Ausdehnungszustand sie berührenden Gasen, z. B. des an dem Platin adhärirten Sauerstoffgas mit Wasserstoff chemische Verbindungen ein, ohne daß das Platin chemisch dadurch betheiligt wird. Es verursacht nämlich das Platin, der spezifisch allerschwerste Körper, den wir kennen, durch seine hervorragende Zusammenziehungskraft in der es umgebenden atmosphärischen Luft leere Molekularräume, in welche von dem aus Sauerstoff und Stickstoff bestehenden Luftgemenge der spezifisch schwere Sauerstoff treten muß, d. i., das Platin zieht aus der Atmosphäre den Sauerstoff an sich, während der leichtere Stickstoff entweicht. Läßt man nun Wasserstoffgas an das Platin streichen, so muß jenes die leeren Räume, sich ausdehnend, ausfüllen, und wird in seinem ausgedehnten Zustand von dem sich eben zusammenziehenden Sauerstoff angezogen, und chemisch mit ihm verbunden zu Wasser. Dieses Wasserbilden und somit leeren Raum erzeugen, dehnt die Atome des Platins aus, dieses geräth ins Glühen, und entzündet damit das neu ankommende Wasserstoffgas. Obwohl in diesem Fall das Platin als der spezifisch schwerere Körper eine größere Anziehungskraft über-

haupt besitzt, als der Sauerstoff, so wird der Wasserstoff doch nicht von dem Platin, sondern von dem Sauerstoff zur chemischen Vereinigung angezogen, weil dieser die Gasform, jenes aber sie nicht besitzt. Auf daß die Anziehungskraft eines Stoffes eine chemische Kraft werde, muß dieser immer in erhöhten Ausdehnungszustand ehevor gebracht sein, und nur seine vorwiegende Anziehungskraft im Gaszustand befähigt ihn, eine chemische Verbindung mit einem andern gasförmigen Stoffe einzugehen. Daher ist die Wärme nicht nur der chemischen Scheidung, sondern auch der chemischen Einigung ausnehmend förderlich.

Ausdehnung ist die erste oder Vorbedingniß nicht nur zur Trennung, sondern auch Vereinigung der Stoffe. Zweite Bedingniß aber und der nachfolgende Act eines chemischen Prozesses ist die Zusammenziehung der Stoffe. Denn auf daß die durch die Ausdehnung sich scheidenden Elemente von einander getrennt bleiben, ist nöthig, daß sie sich gegenseitig abstoßend einzeln sich zusammenziehen, alle einzelnen Moleküle ihr eigenes Centrum und ihre eigene Peripherie sich schaffen. Ist aber in dem Moment des Aufhörens der Expansionserhöhung die Zusammenziehungskraft des Moleküles des Einen Elementes größer als die seines nachbarlichen Moleküles des andern Elementes, die Anziehungskraft des erstern größer als die Zusammenziehungskraft des letztern, so wird die Concentrationskraft dieses aufgehoben und dieses muß der Anziehung des erstern folgen, das letztere findet ein neues Centrum in dem Mittelpunkte des ersteren, denn vom Centrum des Moleküles geht seine Anziehungskraft aus, und auf daß die zwei Atome Eines werden, muß das erstere seine Peripherie erschließen und aufgeben, und dem anderen seine eigene Centralität aufopfern. Dadurch eben unterscheidet sich die chemische Kraft von der Cohäsionskraft, daß jene innig vereiniget, diese nur äußerlich, durch jene ein Ineinandergehen der Atome, durch diese nur ein An- oder Nebeneinanderreihen von Atomen, seien diese gleichartig oder ungleichartig, bewirkt wird. Durch diese erleiden die Massen keine Aenderung in ihren Bestandtheilen, wohl aber eine Aenderung in der Form oder Gestalt, in Farbe und Lichtbrechung, je nachdem durch sie die Atome mit ihren Peripherieen neben einander gestellt oder geordnet werden. Ist auch der Krystall,

welcher sich aus einer kalten Lösung von kohlensaurem Kalk herauskrystallisirt, in Form, Lichtbrechung und Schwere von dem Krystall, der sich aus einer warmen Lösung von kohlensaurem Kalk herauskrystallisirt, verschieden, die chemischen Bestandtheile sind und bleiben die nämlichen. Phosphor bleibt chemisch Phosphor, Schwefel bleibt Schwefel, es mag jener der gewöhnliche oder der geschmolzene, dieser aus einer wässerigen Lösung oder dem vorher geschmolzenen Schwefel langsam herauskrystallisirte, oder der durchsichtige, weiche, braune sein, welcher durch plötzliche Abkühlung des Geschmolzenen entsteht.

Die Cohäsionskraft, die Ordnerin der Atome und daher der Masse Form gebend, wirkt der Expansionskraft der Atome entgegen, und hält sie zurück, nach außen auf die Atome anderer Körper zu wirken; sie hemmt im Magnetstab die electrische Bewegung in seiner Mitte, sie lenkt den Lichtstrahl von seiner ursprünglichen Richtung ab und hindert die Atome, sich auszudehnen, um sich mit Atomen anderer Körper chemisch zu vereinigen. Während der Phosphor bei seiner Gewinnung farblos, durchsichtig, wachsglänzend 1,82mal schwerer als Wasser ist, an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerstoff sich verbindet, daher raucht und riecht und im Dunkeln leuchtet, ist der durch den längeren Einfluß des Lichtes oder einer Wärme von 250 Graden sich in eine braunrothe, undurchsichtige 2,1 mal als Wasser schwerere Masse verwandelnde Phosphor nicht giftig wie in seiner vorherigen Form, d. h. er geht mit dem Sauerstoffe seiner Umgebung keine chemische Verbindung ein. Der höhere durch das Schmelzen gewonnene Grad des Zusammenhanges seiner Atome, seine gesteigerte Cohäsion hält seine Atome gefesselt, hindert sie, sich auszudehnen. Erst wenn er noch weiter erhitzt wird, wenn sein Fluß — er ist ja geschmolzen — zum Sieden bei 290 Grad Wärme gebracht wird, geht er wieder in seinen farblosen klaren, rauchenden und leuchtenden Zustand zurück. Im flüssigen Zustand nämlich können die Atome sowie die Massen wegen ihrer Geschmeidigkeit für jede Form sich mit ihren Peripherieen vollständiger aneinanderlegen und je flüssiger sie sind, desto weniger Intermolekularzwischenräume, desto weniger Poren gestatten sie. Einer und derselben Körpermasse Atome hängen daher unter sich vielseitiger, vollständiger und fester zu-

sammen, wenn sie flüssig ist, als wenn fest. Eine und dieselbe Körpermasse hat im flüssigen Zustand ein größeres spezifisches Gewicht, als im festen Zustande, obwohl die Atome selbst ausgedehnter sind in jenem als in diesem; — weil nämlich der ununterbrochene Zusammenhang der Atome es möglich macht, daß auf einem gleich großen Raume eine größere Anzahl von Atomen Platz nehmen kann, als wenn der Zusammenhang der Atome durch leere (d. i. von Atomen der festen Masse wegen der eckigen und starren Formen jener nicht ausgefüllte) Räume unterbrochen, d. i. wenn der Körper fest und porös ist. Bekanntlich schwimmt Eis auf Wasser, und es schwimmen feste Metallstücke auf ihrem eigenen Schmelzfluß. Die Porösität oder der unterbrochene Zusammenhang der Atome begünstiget aber die Einwirkung des einen Körper umgebenden Mediums. So ist es mit dem festen Phosphor, welcher porös, der Einwirkung des Sauerstoffs unterliegt, während der geschmolzene unangegriffen von ihm bleibt; — in festem aber porösen Zustande sind die nur mit wenigen Punkten ihrer Peripherie zusammenhängenden Atome weniger gehindert, sich auszudehnen, als in geschmolzenem Zustande, wo die Atome vielseitiger mit den meisten oder allen Punkten ihrer Peripherie einander berühren und zusammenhängen, die Atome also sich gegenseitig gegen äußere Einflüsse decken.

Eine Veränderung der Peripherie der einzelnen Atome läßt auch eine Veränderung in ihrer gegenseitigen Stellung und Anordnung zu, daher die größere Expansion, in der sich die Atome des kohlensauren Kalkes in einer warmen Lösung befinden, eine andere Krystallform aus dieser, als aus einer kalten Lösung an dem krystallisirenden Kalk hervorbringt. Und nur in so fern der chemische Prozeß die Form der Atome ändert, ändert er auch die gegenseitige Stellung und Anordnung der Atome, ihre Consistenz, ihre Farbe, ihr Lichtbrechungsvermögen und ihr spezifisches Gewicht. Da letzteres in den meisten Fällen von Verbindungen zweier Stoffe durch den chemischen Prozeß vermehrt wird, so läßt sich schließen, daß dieser eine Contraction der sich vereinigenden Stoffe hervorbringt, daß nämlich die Atome der sich vereinigenden Stoffe auf einen kleinern Raum und, wie wir glauben, die Atome selbst noch mehr zusammengezogen werden. Einige Beispiele von gasförmigen Elementen — und nur

solche können wir zur Betrachtung wählen, weil, wie wir schon erwähnten, die Aequivalentengewichtsgröße nur auf den Gaszustand der Stoffe Bezug hat — werden obiges veranschaulichen können. Wir wissen z. B., daß durch den galvanischen Strom Wasser in seine Elemente zerlegt wird, daß hiebei gerade die Hälfte des Maßes des entwickelten Wasserstoffes von dem Sauerstoff gewonnen wird. Luft = 1 gesetzt, wiegt 1 Maß Wasserstoff 14½ weniger als Luft, und die halbe Maß Sauerstoff 8mal mehr als 1 Maß Wasserstoff. Das Wassergas hat nun ein spezifisches Gewicht, das 9mal größer ist, als das des Wasserstoffes, d. h. 1 Maß Wassergas wiegt neunmal mehr als 1 Maß Wasserstoff, und um den neunten Theil mehr als die halbe Maß Sauerstoffgas. Aus diesem allen geht nun hervor, daß durch den chemischen Prozeß die Eine und eine halbe Maß, welche die beiden sich vereinigenden Grundstoffe ausgefüllt haben, sich auf Eine Maß in dem Wassergas zusammengezogen, condensirt haben. Eine Maß Leuchtgas ist 14mal schwerer als Wasserstoff, ist das chemische Product aus Einer Maß des 12mal schwereren Kohlenstoffes und aus zwei Maß Wasserstoff; — hier haben sich 3 Maß auf 1 Maß zusammengezogen. Eine Maß Sauerstoff 16mal schwerer als Wasserstoff und eine halbe Maß Kohlenstoff vereinigen sich zu Einer Maß Kohlensäure, welche 22mal schwerer ist, als Wasserstoff. Diejenigen Verbindungen zweier Gase, aus deren spezifischem Gewichte sich nicht auf eine Condensirung schließen läßt, z. B. dem Kohlenoxyd und Stickoxyd möchten dem Anschein nach eben so wenig auf den Charakter einer chemischen, d. h. innigen Atomenverbindung Anspruch haben, als die aus vier Theilen Stickstoff und Einem Theile Sauerstoff bestehende atmosphärische Luft eine solche genannt werden kann, und eben so sehr eine mechanische auf Adhäsions- und Cohäsionskraft sich gründende Vermengung zweier Gase sein, wie es bei dem sogenannten Knallgas, einem Gemenge von Einer Maß Wasserstoffgas und einer halben Maß Sauerstoffgas der Fall ist, ehe sich diese eine und eine halbe Maß durch Anzündung oder durch die Wirkung eines electrischen Funken zu Einer Maß Wassergas condensirt haben.

Wir haben Eingangs dieses die Electricität als das mächtigste Scheidungsmittel kennen gelernt, und so eben machten wir

die Erwähnung auch von ihrer vereinigenden Kraft. Der electrische Strom bringt im Knallgas die gasförmigen Bestandtheile des Wassers zur Bildung von Wassergas, und der electrische Strom bringt auch die abermalige Vereinigung der sich begegnenden Elemente der durch denselben Strom zersetzten, zwischen den beiden Polen gelegenen Wassermoleküle zu Stande, wie wir weiter oben erwähnten. Der sich ausdehnende zu dem negativen Pol strebende Wasserstoffantheil wird von dem eben frei gewordenen, zu dem positiven Pol strebenden und sich zusammenziehenden Sauerstoffantheil des nachbarlichen Wassermoleküles an und in ihn hineingezogen, mit ihm chemisch vereiniget, indem der electrische Strom die beiden Bedingnisse zu einer chemischen Verbindung, Ausdehnung und Zusammenziehung der Atome setzte.

Unsere Sinne gewahren freilich von der statthabenden Zersetzung und abermaligen Vereinigung der dem electrischen Strom unterworfenen Wassermoleküle nichts, — indeß bei vielen chemischen Vorgängen ist dieses der Fall; nur die Producte derselben kommen zu unserer Anschauung und es bleibt uns nur übrig, aus denselben auf den Vorgang selbst einen vernünftigen Schluß zu ziehen. In dem durch die Phosphorstreichzündhölzchen verdrängt wordenen chemischen Feuerzeug wird die Flamme durch die chemische Vereinigung des aus der Maschine freigelassenen Wasserstoffes mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft mittels eines electrischen Stromes erzeugt. Während hier die Electricität vereinigend wirkt, ist es auch, wiewohl von uns nicht geradewegs beabsichtigt, wieder die Electricität, welche in derselben Maschine den Wasserstoff durch die chemische Zersetzung des Wassers hervorbringt. In dem Wasserbehälter der Maschine nämlich liegt ein Stück Zink oder Eisen. Wird nun in das Wasser Schwefelsäure geschüttet, so verhält sich die Säure negativ, das Zink positiv-electrisch. Die zwischen beiden entwickelten Kräften liegenden Wasserstoffmoleküle sind zu gleicher Zeit der Anziehung der negativ-electrischen Säure und der Abstoßung des positiv-electrischen Zinkes ausgesetzt und werden in ihre Elemente Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Zink zu Zinkoxyd und dieses wieder mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Zink, während der Wasserstoff frei

auf dem Wasserspiegel zum Vorschein kommt; — zum Gebrauch disponibel. Um Phosphor zu gewinnen, destillirt man bei starker Hitze Phosphorsäure mit Kohle. Durch die Wärme wird die Phosphorsäure in Ausdehnung versetzt, die Kohle wirkt wie Platin, den ausgedehnten Sauerstoff der Phosphorsäure anziehend, und somit wird diese zersetzt, — der Phosphor steigt in die Höhe, der Sauerstoff wird von der Kohle gehalten, bis sie in Kohlenstoff sich ausdehnend mit dem Sauerstoff Kohlenoxyd bildet.

Nach unserm Dafürhalten beruhet die chemische Kraft auf der größern Zusammen- und also Anziehungskraft des Einen, eben in Ausdehnung begriffenen Atoms oder Moleküles und dem Angezogenwerden anderer ausgedehnter Atome von jenem. Die materiellen, endlich nicht mehr theilbaren Atome selbst verändern sich hiebei und verändern andere, und es sind in einem Atom Wassergas nicht etwa zwei Wasserstoffatome und ein Sauerstoffatom enthalten, so daß diese nebeneinander so oder so gruppirt sind, sondern das endlich nicht mehr theilbare Wasseratom ist weder Ein Sauerstoff- noch zwei Wasserstoff- oder ein halbes Sauerstoffatom und ein ganzes Wasserstoffatom, sondern etwas, was weder Sauerstoff noch Wasserstoff ist, ein drittes vorher nicht Dagewesenes, neu aus der Vereinigung von Sauerstoff und Wasserstoff entstandenes Atom, welches die doppelte Zusammenziehungs- und Ausdehnungskraft des Wasserstoffes und die einfache Zusammenziehungs- und Ausdehnungskraft des Sauerstoffes in sich vereinigt besitzt, und deßhalb einen dieser seiner Bewegungs- oder Lebenskraft entsprechenden Umfang und eine von derselben abhängige Gestaltung hat. Dieser veränderte Umfang und diese veränderte Gestalt der aus einem chemischen Prozeß hervorgegangenen neuen Atome bringen uns in ihrer Vielheit und Anhäufung die Form- und Farbeveränderung zur Anschauung. Von der Masse aber läßt sich auf ihre Theile, die Atome, schließen. Die Veränderung des Umfanges und der Gestalt der Atome hat aber auch eine andere durch die Cohäsionskraft zu bewerkstelligende Anordnung der schon vereinigten contrahirten Atome, eine Aenderung in dem An- und Nebeneinanderliegen der Atome zu Folge. Nimmermehr aber können wir glauben, daß der chemische Prozeß

selbst nur in einem Nebeneinanderliegen oder Ordnen der Atome bestehe. Diese Ansicht setzt die Annahme der Unveränderlichkeit der Atome (an welcher Berzelius fest hielt) voraus, und diese führt der Logik gemäß geradenweges zum Dualismus — eine Unmöglichkeit von vorneherein, denn Zwei kann nur dem Eins folgen — oder zum Materialismus, welcher den Geist aus der Materie entstehen läßt, eine Naturanschauung, gegen welche jedes gesunde Denken streitet. Ein gesundes Denken aber läßt aus dem Geist den Stoff entstehen.*)

Das Salz der Erde und das Salz der Meere.

Unser Kochsalz wird gewonnen aus dem Salze des Meeres, der großen Binnenseen oder aus den Salzsteingebirgen. Welches ist wohl das primäre dieser dreie und was ist wohl die Urquelle derselben? Die Annahme, daß das Meer bei seiner vorgeschichtlichen Ueberflutung des Festlandes sein Salz in den Gebirgsstöcken und in den Binnenseen ohne Ausfluß niedergelegt habe, ist zur Zeit noch die herrschende. Gegen diese Annahme ist eingewendet worden, daß in den Salzsteinlagern (der Trias), welche nach obiger Annahme als die Niederschläge ausgetrockneter Meere gelten, fast gar keine Petrefacten angetroffen werden, deren es doch in einem ausgetrocknetem Meeresdepot in großer Menge geben müßte. Anderseits gehören die in den diluvialen oder geschichteten Steinarten gefundenen versteinerten Fische zu den Süßwasserfischarten, woraus sich schließen läßt, daß die antediluvianischen Fische in süßem Wasser gelebt, und die damaligen Meere aus süßem Wasser bestanden haben, die Salze also erst später in dieselben hineingekommen sein müßten. Es ist daher eine zweite Annahme, die der Priorität des Salzsteingebirges, die wahrscheinlichere, daß nämlich das Anfangs süße Meerwasser seinen späteren und dermaligen Reichthum an Salz dadurch erlangt habe, daß ihm dieses nach und nach durch das Wasser der in dasselbe einmündenden Flüsse zugeführt wurde,

*) Zuerst veröffentlichet im Abendblatt z. Neuen Münchner Ztg. 1858. Nr. 295, 296 u. 298.

daß das aus der Atmosphäre niedergeschlagene Wasser in die Erde des Festlandes eingedrungen sei, aus diesem das in ihm enthaltene Salz aufgenommen, etwa die ihm zugänglichen Steinsalzlager aufgelöst und in das Meer fließend, dasselbe damit bereichert habe. Abgesehen von den aufgefundenen natürlich ausgelaugten Salzgebirgen und den noch fließenden aus Salzgebirgen stammenden Salzquellen führt aber beinahe jedes Quell- und Brunnenwasser Salz und wenn wir den Gehalt an denselben im Durchschnitt nur auf den hunderttausendsten Theil zu dem Wasser annehmen, so ist die Folge des fortwährenden Zufließens von neuem Quellwasser zu dem Meere denn doch eine beständige Zunahme des Salzgehaltes des Oceans. Dieser aber gewinnt an Salzreichthum auch auf negative Weise durch das beständige Verdunsten seines Wassers, und wenn wir die Wassermenge der jährlichen atmosphärischen Wasserniederschläge, oder die dem Weltmeer durch die Flüsse in einem Jahr zugeführte Wassermenge kennen würden, so könnte man ungefähr berechnen, wie viele Jahre oder Jahrtausende das Meer nöthig hatte, um seinen jetzigen Salzgehalt zu erreichen.

Von dem Mittelmeer, dessen Salzgehalt größer ist, als der der übrigen Meere, wissen wir, daß die Abdünstung seiner Oberfläche mehr beträgt als die Wassermenge, welche ihm durch die Flüsse zugeführt wird. Daher findet auch ein beständiger Zufluß bei Gibraltar aus dem atlantischen und am Hellespont aus dem schwarzen Meere in dasselbe statt. Ein dritter Zufluß wird dem Mittelmeere vielleicht durch die Herstellung des Suezcanales aus dem mit viel höherem Niveau begabten rothen Meere geschaffen. Würde dem Mittelmeere durch eine neu entstehende vulcanische Eruption oder Bodenerhebung bei Gibraltar seine Communication mit dem atlantischen Meere genommen, so würde ein großer Theil seines höheren Grundes bloß und trocken gelegt werden und dort Salzniederschläge zum Vorschein kommen, wie es an einigen Stellen der russischen Steppen der Fall ist.

Wie die Meere, so sind auch alle Binnenseeen, welche keinen Ausfluß in das Meer haben, wie das caspische Meer und viele andere im Innern Asiens, salzhaltig. Ihr Salzgehalt muß sich aber von Jahr zu Jahr mehren, weil die Flüsse und Quellen ihnen beständig neues Salz zuführen und das Salz des verdun-

steten Wassers im See zurückbleibt. Sind die Steinsalzlager der Gebirge nicht durch Salzniederschlag des vorgeschichtlichen Meeres entstanden, sondern ist vielmehr das Salz der Erde die Quelle des Salzes des Meeres, so hat man noch weniger vonnöthen, die Entstehung des Salzes der Salzseeen mit der Hypothese einer urweltlichen Vereinigung derselben mit dem großen Meere und einer späteren Abschließung von diesem in Verbindung zu bringen. Für die Abstammung aber des Salzes der Binnenseeen ohne Ausfluß nicht von dem Salze des Meeres, sondern von dem Salze der Gebirge, aus deren Quellen die Seeen ihren Wasserzufluß erhalten, spricht auch der Umstand, daß der Salzgehalt der verschiedenen Salzseeen nicht nur seiner Quantität nach, sondern auch in seiner qualitativen Zusammensetzung ein verschiedener ist. Das Wasser des todten Meeres, eines Binnensees des gelobten Landes, ist beinahe eine gesättigte Salzlösung, enthält 24 Prozent Salz, und der Gehalt von Chlormagnesium und Chlorcalcium zusammen ist noch einmal so bedeutend, als der des Kochsalzes, während im Salz des Weltmeeres das letztere allein jene beiden zusammen um mehr als das Doppelte übertrifft. Würde das Salz der Binnenseeen und der Steppen aus dem Meere abstammen, so müßte die qualitative Zusammensetzung desselben in allen Seeen dieselbe sein.

Wenn nun das Salz der Erde das zuerst vorhandene war, so drängt sich die Frage auf, welches ist der Ursprung dieses gewesen? Daß bei der Bildung und Entstehung der Salzgebirge chemische Action stattgefunden habe, mag um so weniger zu bezweifeln sein, als das Steinsalz stets von gewissen anderen, aber immer denselben Mineralien, von Thon und schwefelsaurem Kalk, wasserfreiem sowohl (Anhydrit) als wasserhaltigem (Gyps), begleitet und von Mergel und thonhaltigem kohlensaurem Kalk umlagert und umschlossen ist. Welcher Art diese chemische Action war, läßt sich zur Zeit experimentell nicht bestimmen, da die Bestandtheile des Kochsalzes (Chlor und Natrium) weder in dem Thon noch in dem Kalk, nur in dem schon gebildeten Salze anzutreffen sind. Wenn auch nicht der exacten Forschung eines Chemikers ex professu ist es entsprechend, doch der Phantasie eines Laien mag es hingehen, eine gewagte Vermuthung darüber auszusprechen. Das Kochsalz nämlich besteht aus etwas mehr

als sechszig Prozent Chlor und etwas weniger als vierzig Prozent Natrium. Der erste Bestandtheil, Chlor, ein Körper, der in seiner Wirkung die meiste Aehnlichkeit mit dem Sauerstoff, nächst diesem die größte, ja oft größere Affinität zu andern Körpern hat, und sich meistens direct mit ihnen verbindet, — gilt als ein einfacher Körper, als ein Grundstoff, — weil es eben noch nicht möglich war, dasselbe in Bestandtheile zu zerlegen. Man hat nur die formelle, nicht die reelle Ueberzeugung, daß das Chlor ein einfacher Körper sei, und gerade dieß ist unter den andern Elementen dasjenige, von welchem man am meisten den Verdacht hat, daß es ein zusammengesetzter Körper sei. Nun hat das Chlorgas ein spezifisches Gewicht, welches beinahe viermal so groß ist, als das des Wassergases (= 0,622), nämlich 2,44 = 4 (0,622) — 0,044. Das Chlorgas ist also um 0,044 spezifisch leichter als ein Vierfaches des Wassergases. Dem entspricht auch sein Aequivalentengewicht, welches = 35,4 man sich aus dem Vierfachen des Aequivalentengewichtes des Sauerstoffes des Wassers, also viermal 8 = 32 und dem 3,4maligen des Aequivalentengewichtes des Wasserstoffes desselben zusammengesetzt denken kann. In der Annahme, das Chlor bestehe aus vier Aequivalenten Sauerstoff und aus drei und vier Zehntheilen Wasserstoffäquivalenten, vermuthen wir: von einer gewissen Menge Wasser wurden zur Bildung von Chlor der sämmtliche Sauerstoffgehalt und nur siebenzehn Fünftheile ihres Wasserstoffgehaltes verwendet. Was ist aus dem übrigbleibenden Wasserstoff geworden? Wir setzen unsere Vermuthung fort, und sagen: er kann zur Bildung des zweiten Bestandtheiles des Kochsalzes, des Natriums verwendet worden sein. Das spezifische Gewicht des Natrium in seinem Gaszustand, durch Multiplication des spezifischen Gewichtes des Wasserstoffgases mit seinem Aequivalentengewicht, nämlich 23 mal 0,069 berechnet, ist gleich 1,587. Denken wir uns das Natrium (welches eine eben so heftige Verwandtschaft zu Sauerstoff als wie das Chlor zum Wasserstoff hat) zusammengesetzt aus weniger Sauerstoff und aus mehr Wasserstoff, als das Chlor hat, also vielleicht aus zwei Aequivalenten Sauerstoff und aus sieben Aequivalenten Wasserstoff, oder, was dasselbe ist, aus 1,105 Gewichtstheilen Sauerstoff und aus 0,483 Gewichtstheilen Wasserstoff,

so kann man annehmen, daß zur Bildung des im Kochsalz zu vierzig Prozent vorhandenen Natriums Ein Aequivalent von dem Wasserstoff, welches von der Bildung des im Kochsalz zu 60 Prozent vorhandenen Chlors aus dem Vierfachen von Wasser übrig geblieben ist, und auf je Ein Natriumtheil des Kochsalzes sich vertheilen läßt, und sechs Aequivalente von sechs Theilen Wassers und ebenso zwei Aequivalente Sauerstoff aus letzterem verwendet worden sei. Die von den zur Natriumbildung verbrauchten vier Wassertheilen noch übrig bleibenden vier Sauerstoff-Aequivalente fallen dem Schwefel zu, um Schwefelsäure zu bilden, welche zur Bildung des das Kochsalz stets begleitenden schwefelsauren Kalkes die Gelegenheit gegeben haben mag.

Von der Entstehung eines Salzgebirges machen wir uns nun folgende Vorstellung: Wir denken uns eine Masse, welche ein Gemisch ist von den aus den Urgebirgen oder Graniten stammenden Bestandtheilen Kalk, Thon, Kiesel und Talk, an irgend einem Punkte des schon bestandenen Festlandes von dem Wasser abgelagert. In der noch weichen Masse senkt sich nun der spezifisch schwerere Thon mit dem Kiesel am tiefsten und bildet tiefere Lagen, welche von dem Kalk, der übrigens den schon an sich adhärirten und erhärteten Thon beibehielt und als solcher Dolomit genannt wird, bedeckt und umschlossen werden. Der als tiefere Lager abgesonderte Thon hat nun die Eigenschaft wie Kohle oder Platin die Gase, so das Wasser an sich zu halten und es durch sich nicht durch zu lassen. Diese Condensation des Wassers durch den Thon halten wir nun für Grundbedingniß, daß das im Thon enthaltene Wasser in Chlor und Natrium umgewandelt wird, welche sich zu Chlornatrium, d. i. Kochsalz verbinden. Warum schwefelsaurer Kalk, nämlich Gyps und Anhydrit die steten Begleiter von Kochsalz sind, haben wir bei der vermuthlichen Bildung der Kochsalzbestandtheile gelegentlich erwähnt. So würde nun das Salz der Erde aus dem Wasser gebildet, und das Salz der Gewässer von der Erde abstammen.

Ursprung der Erde.

Wie entstand die Erde? — so fragt sich in seinem Leben wenigstens Einmal jedes Menschenkind. Was über das Historische unsers Planeten hinausgeht, gehört der Phantasie, der Hypothese, der Metaphysik an. Ich kann mich der Meinung der Philosophen nicht anschließen, welche ungetrennt mit der Position auch die Negation sich denken. Letztere ist immer nur relativ zu verstehen, absolut nur ist die Position. Göthe läßt seinen Faust mit der Uebersetzung des λογος als Kraft nicht zufrieden sein, und läßt ihn, ehe er gestört ward von dem Geiste der Verneinung, schreiben: „Im Anfang war die That;" — wir setzen noch hinzu: die freie That. Die freie That setzt aber des Wollen zu thun voraus, ohne welchen jene nicht möglich. Wir sagen daher: „Im Anfang war das Wollen." Das Wollen kann aber nur wollen, und nicht „Nichtwollen," weil es eben das und nur Wollen ist. Wenn aber außer dem Wollen (dem absoluten Wollen, dem Urwollen) nichts war, außer es selbst, weil es ja das Erste, das vor Allem war, so läßt sich die Frage: was wollte das Urwollen? nur so beantworten: „Das Wollen wollte sich selbst." Das Erzeugniß des Urwollens war also sein eigenes Wollen, das gewollte Wollen, — und mit ihm begann die Schöpfung, hervorgegangen aus dem absoluten Willen, den der Germane Gott, der Grieche θεος, den Setzenden, Schaffenden nannte. Was konnte, fragen wir weiter, das „gewollte Wollen" wollen? Außer diesem war nur der Wille, aus dem es hervorgegangen, und es selbst, das gewollte Wollen. Es konnte also nur entweder sein es erzeugendes Wollen, oder sich selbst wollen. In dem Wollen des Urwollen, und in dem Wollen des gewollten Wollens liegt der Grund der Dreieinigkeit und Dreifaltigkeit der Kraft. Das ausschließlich sich selbst Wollen des vom Urwillen gewollten Wollens ist die Stoffwerdung, der Anfang der Welt. Damit ist aber dem factisch ausschließlich sich selbst Wollen des gewollten Wollens noch nicht die Möglichkeit verloren gegangen, immer noch auch sein Urwollen zu wollen, — zur Zeit ausschließlich nur sich wollend kann es auch wieder sein Urwollen wollen,

von dem es ausgegangen. In dem Moment aber, als es sich selbst will, ist es Materie geworden, kehrt es sich aber seinem Urwollen zu, wird es geistig. Sowie aus dem Geiste die Materie geworden, so wird die Materie wieder zu Geist. Würde das von dem Urwollen gewollte Wollen nur immer sich allein wollen, gäbe es auf der Welt nur Materie, keinen Geist, kein Leben. Nur weil das gewollte Wollen sein vor ihm bestandenes Wollen wollen kann, und in so ferne es dasselbe will, ist Leben in ihm, ist Leben in der Welt.

Die Form des „ausschließlich sich selbst Wollens" ist ein in sich Zusammenziehen, die Contraction. Etwas anderes als sich selbst wollen ist nothwendig mit einer Bewegung nach außen verbunden, ist ein Sichausdehnen, Expansion. Die Contraction ist die Bedingung des Starren, Todten, — die Expansion die Bedingung des Flüssigen, Flüchtigen, der Lebensäußerung.

Ich habe in einem früheren Briefe: „Laplace's Hypothese über den Ursprung unsers Planetensystems" die Idee ausgesprochen, daß die Urmasse, aus welcher Sonne und Planeten entstanden, durch Contraction sich in der übrigen Weltmasse einen festen Platz, ihre Selbständigkeit sich errungen, und ich wiederhole hier, daß die Materie durch das sich selbst Wollen des vom Urwollen gewollten Wollens, durch das Insichzusammenziehen dieses entstanden ist. Wir nehmen in der Urmasse unsers Planetensystems einen ersten Mittelpunkt der Contraction an, den später und jetzt noch die Sonne einnimmt. Dieser Mittelpunkt der Contraction ist aber ein Herd der Anziehung von allen kleinsten Theilchen, die zur Masse unsers Planetensystems gehörten und noch gehören. Auf dieser Stufe aber, nur der Contraction konnte die Masse unseres Sonnen- oder Planetensystems nicht stehen bleiben, sie wäre ohne Bewegung und Leben, starr und todt. In ihr befand sich ja noch die Möglichkeit, außer sich auch noch Anderes, sein vor ihm seiendes zu wollen, und somit mußte dem ersten Akte der Schöpfung, der Zusammenziehung, der zweite Akt folgen, die Expansion. So wie sein Mittelpunkt sich nicht contrahirte, sondern sich ausdehnte, mußten auch alle andern Theile der Masse sich expandiren, denn sie wurden während des Ausdehnungsmomentes nicht mehr zum Mittelpunkt hin angezogen, und nicht mehr

angezogen konnten sie sich ausdehnen. Mit dem Ausdehnungsakte der Massentheilchen hatte die Scheidung in der Masse begonnen, auf der gegenseitigen Abstoßung der sich ausdehnenden Massentheilchen begründet. Einmal aber Materie, Contrahirtes geworden, kann ihre Contractionskraft, ihr sich selbst Wollen nicht vollends vernichtet sein, denn obwohl Anderes wollend war es ja schon ein sich selbst wollendes geworden. Es mußte daher dem zweiten Schöpfungsakte der dritte folgen, die Wiederzusammenziehung, eine neue Contraction. Und diesem Wechsel, diesem Schwanken zwischen Contraction und Expansion ist und bleibt die Materie unterworfen, so lange sie noch Materie ist, — in dem Kampfe zwischen Expansion und Contraction besteht der Materie Bewegung, das materielle Leben sowie am Anfang bis zu seinem Ende, bis sie vollends wird geistig geworden sein.

In diesem dritten Schöpfungsakte, der sich wiederholenden Contraction aller Theilchen der Urmasse unseres Planetensystems erlangten diese Theilchen wieder die Kraft gegenseitiger Anziehung. Je größer nun die Contraction je eines Theilchens der Urmasse, desto stärker und ferne wirkender seine Anziehungskraft, — und je näher sich Theilchen einem sich zusammenziehenden Theilchen befinden, desto kräftiger die Anziehungskraft von diesem; — je geringer die Contraction aber eines Theilchens ist, und je entfernter die Theilchen von den sich eben zusammenziehenden Theilchen sich befinden, desto schwächer ist die Anziehungskraft. Nehmen wir nun an, daß in der Urmasse unsers Planetensystems wenn nicht gleich ursprünglich, vielleicht mit der Zeit an zehn verschiedenen Stellen seines Massendurchschnittes die ersten und stärksten Contractionen der Massentheilchen stattfanden und diese zu den ersten und stärksten Attractionsherden sich bildeten, so wäre a posteriore zu schließen als der erste und stärkste Contractionspunkt und Anziehungsherd der Mittelpunkt des Planetensystems, den die Sonne einnimmt, — und wären die Planeten als die wegen großer Entfernung von diesem und deßhalb geschwächter Anziehungskraft desselben an den andern neun Punkten sich gebildet habende Attractionsherde zu betrachten. Denken wir uns die Masse unsers Planetensystems in zehn Kugelschichten getheilt, so bildet die um den Mittelpunkt innerste Kugelschicht die Sonne und der Raum, in dem sie sich bewegt,

— die dieser am nächsten liegende die Kugelschicht des Planeten Merkur, die dritte die Kugelschicht der Venus, die vierte die der Erde, die fünfte die des Mars, die sechste die der Asteroiden, die siebente die des Jupiter, die achte die des Saturn, die neunte die des Uranus und die zehnte und äußerste die Kugelschichte des Neptun. Die Sonne, 360,000mal schwerer als die Erde und 1058mal schwerer als der größte und schwerste Planet Jupiter, ist weil auch beinahe 800mal schwerer als alle Planeten zusammen, der Centralpunkt der Anziehung oder der Schwere in unserm Planetensystem, daher auch alle Planeten von ihr angezogen werden. Diese Anziehung in die Ferne ist und war aber in Bezug auf die außer der Sonnensphäre gelegenen Massentheilchen nicht so groß, als die Anziehungskraft eines Centralkernes eines jeglichen Planeten für die diesem näheren und der Sonne viel entfernteren Massentheilchen. Die absolut und relativ größere Anziehungskraft der sich in den verschiedenen planetaren Kugelschichten durch eigene isolirte Contraction gebildet habenden Attractionsherde ist die Ursache der Bildung der einzelnen Planetenmassen. In der Kugelschicht der kleinen Planeten, der Asteroiden, haben sich mehrere Attractionsherde gebildet, während in den übrigen acht planetaren Kugelschichten nur je Einer.

Durch die Anziehung, welche eine Planetenmasse von der Sonne erleidet, fällt jeder Planet zur Sonne, durch die Abstoßung, welche er von der Sonne, indem sich diese expandirt, erleidet, wird jeglicher wieder von ihr abgestoßen, entfernt gehalten. Diese Anziehung und Abstoßung der Sonne würde aber dem Planeten nur eine Bewegung in vertikaler Richtung verleihen. Nun aber gewinnt der Planet, indem seine Massentheilchen folgeweise sich contrahiren und expandiren noch eine andere Bewegung, nämlich eine Bewegung um seinen Mittelpunkt, eine Drehung um sich selbst und also zugleich abwechselnd angezogen und abgestoßen von der Sonne eine rotirende und statt der vertikalen eine um die Sonne kreisende Bewegung. Während des Kreisens um die Sonne mußte der ursprüngliche Planetenkern die Massentheilchen des von ihm durchlaufenen Raumes der bezüglichen Kugelschicht an sich ziehen, durch diese also seine Masse vermehren und sich vergrößern, mit dieser Massenvermehrung aber auch seine Anziehungskraft vergrößern.

Angenommen, daß von den Massentheilchen, welche einen Planeten bildeten, die Einen sich eher und mehr contrahirten als die anderen, und daß die letzteren mehr zur Expansion sich neigten als die ersteren, — so müssen die mehr contrahirten, das Centrum oder den Kern der Planetenmasse bildenden, und die diesen näher liegenden, weil mehr sich contrahirenden, als die anderen, auch einerseits eine größere Anziehungskraft und andererseits eine größere Anziehungsfähigkeit besitzen. Von allem Anfange an und so auch jetzt noch werden die centralen und die dem Centrum näheren Massentheilchen eines Planeten mehr contrahirt sein, als die dem Centrum entfernteren, die peripherischen. Aehnlich wie ein Krystall durch Niederschlag, so mag sich der Kern unserer Erde gebildet haben, das erste sich am meisten contrahirende Massentheilchen gab den Ansatzpunkt und Attractionsherd für die nachfolgenden festgewordenen Massentheilchen. Das Festwerden der Massentheilchen aus ihrem vorher gasigen oder flüssigen Zustande hat aber in der einen Kreis (Ellipse) um die Sonne beschreibenden Planetenmasse eine Raumfreigebung, und nach unseren Begriffen eine Wärmefreigebung zur Folge, wodurch die sich weniger als die Kernmoleküle contrahirenden Massentheilchen secundär zur Expansion gezwungen werden. Das Festwerden e i n e s Theiles der Moleküle des Planeten ist der Grund der hohen Temperatur, in welcher unsere Erde im Laufe ihrer ersten Entwicklung sich befunden haben mußte, und von welcher die Beweise bekanntlich in den antediluvianischen Erderzeugnissen zu erkennen sind. In der Geologie nimmt man gemeiniglich die hohe Temperatur, die die Erde früher gehabt, als mit der Erde einmal schlechthin dagewesen an und hat keinen Grund für ihre Entstehung. Es gibt aber nichts Neues unter der Sonne, und so glaube ich mit Recht die Entstehung der antediluvianischen Hochtemperatur unsers Planeten in eben der Ursache suchen zu müssen, welche auch noch heute zu Tage der Grund der Entstehung der Wärme ist, nämlich eine Contrahirung der e i n e n Moleküle, wodurch die andern expandirt, d. i. erwärmt werden. Nachdem man durch physikalische Experimente die Ausstrahlung der Wärme (welche aber meiner Ansicht nach nicht vollkommen mit den Lichtstrahlen zu vergleichen ist, indem die Fortpflanzung des Lichtes ihren

Grund in einer Stoß-, die Fortpflanzung der Wärme aber in einer Zugbewegung hat, zweier Bewegungsarten also, die sich entgegengesetzte Richtungen haben) entdeckt hatte, stellte man die Hypothese auf, daß die antediluvianische große Wärmemenge der Erde in den unendlichen Weltraum ausgestrahlet sei, daß durch diese Wärmeausstrahlung die Oberfläche der als glühendflüssig angenommenen Erdmasse sich abgekühlet habe und fest geworden sei, während der Erdkern selbst aber flüssig geblieben. Von daher die Hypothese einer festen Erdrinde und der Gluth im Innern, aus welcher sich die Granit- und Basaltgebirge, durchbrechend die diluvianisch geschichteten Gebirge, — erhoben haben sollten, und in welcher die Quelle der inneren Erdwärme, der Thermen und der Vulkane zu suchen sei. Wie gesagt, theile ich nicht diese zwar so allgemein gewordene, aber in neuester Zeit an Gläubigen abnehmende Ansicht, sondern glaube, 1) daß der Erdkern ein fester ist, der auch das erste war, was in der Planetenmasse fest geworden ist, — 2) daß das Festwerden des einen Theiles der flüssigen oder flüchtigen Moleküle der ursprünglichen Erdmasse, welcher zum Centrum des Planeten als dessen Schwerpunkt gesunken ist, der Grund der Entstehung einer sehr hohen Temperatur gewesen sei, wodurch der andere Theil der noch nicht festgewordenen Moleküle der Erdmasse erwärmt und noch mehr expandirt wurden, als sie schon waren. Diese von der Erde während ihrer ersten Entwicklung selbst erzeugte Hitze mußte selbstverständlich an ihrer ganzen Peripherie gewaltet haben, daher auch allerorts auf dem festgewordenen Theil derselben Pflanzen und Thiere erzeugt wurden und gediehen, welche in der Jetztzeit kaum noch in den heißesten Zonen fortkommen könnten, wofür die versteinerten Ueberreste solcher nicht nur in gemäßigten Zonen, sondern auch in den Polargegenden Zeugniß ablegen. Zu jener Zeit der Bildung des festen Erdkernes, zu welchen alle Granitbildungen zu rechnen sind, mußte die eigentliche Atmosphäre der Erde entstanden sein und diese noch über die Grenzen ihres Satelliten, des Mondes hinausgereicht haben. Der Mond scheint sich aus der Atmosphäre der Erde gebildet zu haben, die vielleicht von einem anderen Himmelskörper betrachtet damals dieselbe oder eine ähnliche Ansicht gewährt haben mag, als jetzt noch der Satellitenring des Saturn dem Auge

des Erdbewohners. Die große durch das Festwerden des Erdkernes auf der Erde entstandene Hitze konnte ihre expandirende Wirkung auch nur bis zu einer gewissen ihrem Grade und ihrer Dauer entsprechenden Grenze ausgeübt haben. An dieser Grenze mußten sich die expandirten Massentheilchen theils entzogen der Erdhitze, theils durch die contrahirende Wirkung der sie treffenden Sonnenstrahlen wieder contrahiren, und es hat sich, wie um andere Planeten mehrere, auf unserer Erdatmosphäre nur ein Contractionspunkt und Attractionsherd, nur ein Mond gebildet. Dieser zu unserm Mond sich ausbildende Molekülenattractionsherd, getrennt durch die Erdhitze von dem Erdkerne, von diesem aber eine in die Ferne wirkende Anziehung und zu gleicher Zeit eine separirte Anziehung und Abstoßung von der Sonne erleidend, und von diesen in verschiedenen Richtungen wirkenden Bewegungskräften zu einer schleuderartigen Kreisung um den Aequator der Erde genöthiget, hat sich auf dieser Laufbahn durch Attraction der atmosphärischen Massentheilchen zu seiner jetzigen Größe entwickelt.

Nachdem der feste Erdkern gebildet, oder seine Bildung ihrer Vollendung nahe gerückt war, hörte die Ursache der hohen Temperatur ringsum der Erdkugel, also mit der hohen Temperatur auch die fortwährende Expansion oder Verflüchtigung der peripherischen Massentheilchen des Erdplaneten auf, letztere nicht mehr von Erdwärme zur Expansion gezwungen, und wie die Massentheilchen, aus welchen der Mond sich gebildet, durch die Sonnenstrahlen zur Contraction genöthigt, contrahirten sich wieder und mußten in tropfenflüssige Form verwandelt, weil spezifisch schwer geworden zu dem festen Erdkern aus der Atmossphäre herabfallen. Reichliche Regengüsse mögen lange Zeit angedauert haben, man könnte eine bestimmte Regenperiode in der Vorzeit der Entwicklung unsers Planeten annehmen, welche dem Diluvium vorhergegangen und die Erzeugungsursache des Diluviums gewesen war. Es hat, so möchte ich glauben, vor dieser Abkühlungsperiode unseres Planeten noch gar kein Meer, sondern nur Festland gegeben, welches durchaus aus Granitboden bestehend mit seinen höheren Theilen und Bergen die Grundlage der jetzigen Continente und mit seinen minder hohen oder tieferen Theilen und Thälern die Becken der jetzigen Meere bildete.

Das Wasser der jetzigen Meere dünkt mir, sowie das Wasser überhaupt, ist und war rein atmosphärischen Ursprunges. Die atmosphärischen Niederschläge haben aber nicht nur die vorher leeren Meeresbecken mit Wasser ausgefüllt, sondern auch die vielleicht noch nicht gänzlich zu Stein verhärteten Granitmassen ausgeflößt, deren ausgeflößten Bestandtheile einen Schlamm bildeten, der sich auf den Granitboden niederschlug, und theils nach den Gesetzen der Schwere sich senkte, theils durch zufällige Attraction an größere Granitberge anlegte, theils durch die Rotation der ganzen Erde sich zu größeren Massen ansammelte und so sich zu den secundären Erdschichten, den geschichteten Felsarten heranbildete. In dem Anfange der Erdabkühlungsperiode, in der Zeit zwischen der Bildung des festen Erdkernes und dem Diluvium, schon währnd der das Diluvium allmählig bewerkstelligenden atmosphärischen Niederschläge haben auf manchen fruchtbar gewordenen Strecken Festlandes die ersten organischen Erderzeugnisse Platz gegriffen, welche später während des Diluviums von dem aus den Granitmassen ausgeflößten Schlamm überlagert als Steinkohlenlager zur Zeit noch sich vorfinden und Zeugniß von der antediluvianischen Pflanzen- und Thierwelt uns ablegen. Da aber Pflanzen und Thiere nicht ohne Luft und Wasser gedeihen können, so muß zugleich mit der Bildung des atmosphärischen Wassers auch die Bildung jener chemischen Zusammensetzung von Sauerstoff und Stickstoff stattgefunden haben, die unsere jetzige atmosphärische Luft ausmacht.

Die Kometenbeleuchtung.*)

Die Lichterscheinung, welche wir Erdenkinder an einem Kometen wahrnehmen, stammt nicht von einer im Kometen selbst befindlichen Lichtquelle, – der Komet selbst ist kein leuchtender Körper, sondern sein Licht ist ein von der Sonne auf ihn geworfenes und von ihm uns wieder zugeworfenes Licht — ein

*) Zuerst veröffentlicht im Abendblatte der N. Münchener Zeitg. 12. Okt. 1858.

reflectirtes. Daß dem so sei, bestätigen die auch unlängst wieder durch Arago kundgegebenen polarioskopischen Beobachtungen, mit Instrumenten nämlich, mittelst welchen man erkennen kann, ob ein Lichtstrahl direct aus der Lichtquelle gekommen oder ob er ein schon reflectirter ist. Solchen Apparaten liegt als Idee die Erfahrung zu Grunde, daß zwei Lichtstrahlen, wenn sie sich unter einem rechten Winkel treffen gegenseitig sich aufheben; es erscheint kein Licht. Dieses Experiment ist ausführbar durch zwei das Licht sowohl brechende als reflectirende Körper, z. B. durch zwei Glasspiegel. Wird nun ein solcher das Licht brechender und reflectirender Körper dem Lichtstrahl eines Himmelskörpers in einer entsprechenden Richtung entgegengestellt, so ergiebt sich aus der Fähigkeit des Lichtstrahles zu verschwinden oder nicht zu verschwinden die Gewißheit, ob derselbe schon gebrochen und reflectirt ist oder nicht, das heißt, ob er nur von einem beleuchteten oder ob er von einem leuchtenden Körper abstammt. Auf solche Weise wurde nun ermittelt, daß das Licht der Kometen ebenso ein reflectirtes Licht ist als dasjenige der Planeten und Monde. Nun nehmen wir aber an unserm Monde wahr, daß nur der der Sonne zugewendete Theil beleuchtet ist und daß nur insoweit diese seine beleuchtete Hälfte auch unserer Erde zugewendet ist, uns von ihm Licht zugeworfen wird. Bei den Kometen hingegen verhält es sich anders. Des Kometen Lichtschweif befindet sich in der Regel in einer geraden Linie, welche man sich durch seinen dichteren Theil, den Kern nämlich, und durch die Mitte der Sonne gezogen denkt und zwar ist der Schweif an der von der Sonne abgewendeten Seite; zwischen ihm und der Sonne liegt der Kern. Dieser Kern muß daher nothwendiger Weise das Licht der Sonne durch sich durchlassen, sonst müßte der Schweif eher ein Schatten- als ein Lichtschweif sein. Daß die Materie des Kometen, von deren Beschaffenheit man sich noch keine gegründete Vorstellung machen kann, Licht durch sich durchläßt, erhellt aus den mehrmaligen Beobachtungen des Durchscheinens größerer Fixsterne sowohl durch die Masse des Schweifes als die des Kernes. Die Masse des Kometen ist also durchscheinend. Man kann sich nun von einem Kometen die Vorstellung machen, daß er eine kugelförmige Masse bildet,

welche rotirend ihre Bahn verfolgt. Die Mitte dieser Masse, der Kern, ist selbstverständlich dichter, als die seiner Peripherie nähere. Der von der Mitte entferntere, der Peripherie nähere Theil ist so dünn, daß wir das von ihm reflectirte Sonnenlicht gar nicht wahrnehmen können; der Kern, welcher in der Regel an der von der Sonne abgewendeten Seite schärfer conturirt ist und eine größere Lichtintensität zeigt, fängt mit der der Sonne zugewendeten Convexität der kugelförmigen Kometenmasse die darauf gelangenden Sonnenstrahlen beiläufig wie eine Linse auf, und läßt die gesammelten Sonnenstrahlen, sie brechend, durch sich durch. Die aus seiner von der Sonne ab- und uns zugewendeten, an deren Convexität heraustretenden concentrirten Lichtstrahlen vermögen nun die dünne, der Peripherie näher gelegene Kometenmasse zu beleuchten, was die einfachen Sonnenstrahlen an der übrigen peripherischen Masse nicht in diesem Grade zu bewirken im Stande sind, so zwar, daß derjenige Theil der Kometenmasse, welcher, wäre der Kern undurchsichtig, uns im Schatten erscheinen müßte, als Lichtschweif erscheint. Dieß erklärt uns, warum der Schweif des Kometen immer in einer Linie mit Kern und Sonne liegt, und seine Richtung fortwährend ändert, daß also der Schweif den Kern auf seiner Bahn bald seitlich begleitet, bald vor ihm hergeht. Mittelst dieser Vorstellung möchte sich auch die Gestaltveränderung eines Kometen erklären lassen, wie sie Bessel an dem Halley'schen Kometen bei dessen Wiedererscheinen im Jahre 1835 beobachtet hat, und wie sie zum Theil auch an dem dießjährigen Donati'schen auf mehreren Sternwarten beobachtet worden ist. Kommt nämlich der Komet in die Sonnennähe, so erleidet seine Masse von der Sonne eine vermehrte Anziehung. Diese macht nun seinen Kern dichter und wahrscheinlich zum Theil undurchsichtig; die der Sonne zugewendete Seite zeigt nun mehr Licht als zuvor, und an der von der Sonne abgewandten Seite des Kerns stellt sich Schatten ein, so zwar, daß der Lichtschweif in zwei Theile getheilt worden zu sein scheint. Nur die die undurchsichtig gewordene Kernmasse zunächst umgebende dünnere Masse hat die Eigenschaft reservirt, Licht zu brechen und durchzulassen. Es ist diese Ansicht jedenfalls vernünftiger, als den zweigetheilten Kometenschweif für einen Hohlcylinder zu halten. Daß

das Licht des Kometen nicht bloß ein reflectirtes, sondern auch ein gebrochenes ist, dafür zeugt, daß dasselbe an mehreren Kometen, auch an dem Schweife, farbig erschienen ist.

Abend- und Morgenthau.*)

Wenn man Eis mit der Fingerspitze berührt, so fühlt man ein Brennen, als ob man seinen Finger an Feuer hielte. Wenn nach einer oder zwei Secunden das Eis zu schmelzen beginnt, erst dann fühlt man an dem Finger kalt. So lange nämlich das gefrorene Wasser im Zusammenziehungszustand sich befindet, können sich die Zellen unseres Fingers ausdehnen, und sobald durch die Blutwärme das Eis schmilzt, das ist sich molekülar ausdehnt, müssen sich die Zellen unseres Fingers zusammenziehen, welchen Vorgang wir als Kälte fühlen.

Wenn man einen kalten Körper, sei es Glas, Porzellan; oder Metall, aus der kalten Luft in ein geheiztes Zimmer bringt, so beschlägt sich dasselbe mit Wasserdunst, man sagt mit Thau. Dasselbe bemerken wir an unseren Fensterscheiben zur Winterszeit, wenn die Luft der Wohnzimmer erwärmt und feucht wird, durch Erwärmung des Zimmers wird nämlich die Luft mit dem aus den Mauern und andern Körpern verdunsteten Wasser bereichert. In der Nähe der kalten Fensterscheibe oder eines aus der Kälte eben gebrachten Körpers wird das Wassergas der Zimmerluft in Folge der Erwärmung, das ist Molekularausdehnung des Glases, Metalles oder dergleichen in Zusammenziehungszustand versetzt und verdichtet, mit anderen Worten es wird kalt und condensirt und hängt sich an die vorher kalten Körper. Bei hohem Kältegrad gefriert bekanntlich der Wasseransatz des Fensterglases und der Beschlag an sehr kalten Körpern hat manchmal mehr Aehnlichkeit mit dem Reif als mit dem Thau.

Auf dieselbe Weise glauben die Physiker gehe auch die Bildung des Thaues und Reifes im Freien vor sich. Der Thau

*) Zuerst veröffentlicht im Abendblatt der N. Münchener Ztg. 13. April 1859.

erscheint bekanntlich nur bei klarem heiteren Himmel des Abends und des Morgens; die Erde und die Blätter ihrer Pflanzen strahlen, so glaubt man, die während des Tages gebundene Wärme in den freien Weltraum aus, werden kalt, machen die nächste Luftschichte auch kalt, condensiren die Wasserdünste derselben und diese legen sich dann an die Oberfläche der Pflanzen an. Nun geht aber die Thaubildung des Abends während des Sonnenunterganges, ja im Schatten schon zur Zeit als die Sonne noch am Horizont zu sehen, und dann wieder des Morgens während des Sonnenaufgangs vor sich. Wäre die Wiederausstrahlung der in diesem Fall nur als Stoff denkbaren Wärme aus der Erde und ihrer Oberfläche die Ursache der Erkältung dieser und der Condensation des Wassergases in der Luft, so sei die Frage erlaubt, warum tritt die Thaubildung so schnell und nur für kurze Zeit ein und findet nicht auch in der Nacht statt, wo die Körper der Erdoberfläche noch mehr Wärme in den freien Weltraum ausgestrahlt haben müssen und obwohl die Luft wasserhaltig geblieben ist, und warum tritt sie erst wieder bei Sonnenaufgang auf wenige Sekunden ein? Ich frage zweifelnd an obiger Annahme der Physiker noch weiter: warum, wenn die plötzliche Erkältung der Pflanzen die Ursache der Wassercondensation sein sollte, schlägt sich der Thau *nicht allseitig* unten sowie oben wie bei einem in geheiztes Zimmer gebrachten kalten Körper, warum nur auf die dem Firmament zugewendeten Flächen an? Letzterer Umstand zeigt aber dafür, daß das sich condensirende Wasser auf die Pflanzen aus der der Luft *herabfällt*. Wenn aber der Thau sowie der Regen aus der Luft auf die Erdoberfläche herabfällt, so muß das Wassergas nothwendig schon oberhalb der Körper, an die es sich als Thau anschlägt, condensirt zu werden angefangen haben. Es muß also eine andere Ursache geben, welche das Wassergas bei Sonnenaufgang und bei Sonnenuntergang condensirt. Daß dieselbe mit dem Scheiden und dem Wiedererscheinen der Sonne in innigem Zusammenhang steht, darüber kann meiner Ansicht nach kein Zweifel obwalten. Während des Tages bewirkt das Sonnenlicht als Stoß- und daher Raumbeschränkende Bewegung eine Zusammenziehung der Luftatome, hiedurch secundär eine Ausdehnung des Wassers der Erdoberfläche und ein Aufsteigen

des Wassergases in die Intermolekularräume der Luft. Sobald die Sonne nicht mehr auf die Luft scheint: dehnen sich die Luftatome, ihrer zusammenziehenden Einwirkung frei, wieder aus, und drücken die zwischen ihnen sich befindenden Wassergasatome zusammen, condensiren das Wassergas. Dieses ist der Fall sowohl im Bereich des Schattens, den hohe Gegenstände werfen, wenn die Sonne noch ober dem Horizonte steht, als auch wenn die Sonne schon unter dem Horizonte sich befindet. Die plötzliche Abkühlung der Luft im Bereich der Schatten und derjenigen Luftschichten, welche eben von der scheidenden Sonne verlassen worden, verursacht aber der Umstand, daß im Bereich des Sonnenscheins das Wasser der Luft zur Ausdehnung gezwungen, die unter dieser obern erwärmten liegende Luftschicht im Schatten abkühlet und das in der Schattenluft befindliche Wassergas condensirt, auf ähnliche Weise wie bekanntlich durch Verdunsten des Wassers ein Theil desselben zum Gefrieren gebracht werden kann. Dieser Vergasungsprozeß der höheren, von der Sonne beschienenen Luftschichte und der daraus erfolgende Abkühlungsprozeß der unteren im Schatten befindlichen Luftschichte nimmt nach dem Verschwinden der Sonnenstrahlen aus dem Bereiche des Dunstkreises ein Ende. Bei Nacht gleicht sich die Temperatur der unteren und der höheren Luftschichte wieder aus und es findet bei klarem Himmel kein Wasserniederschlag mehr statt, die Thaubildung beginnt aber von Neuem wieder, sobald die aufgehende Sonne die Luft in eine von ihren Strahlen erwärmte und in eine Schattenschicht abtheilt, so daß also eine erwärmtwerdende obere Luftschichte die untere im Schatten befindliche noch mehr, als sie es schon ist, abkühlet.

Der in der Schattenluft enthaltene Wasserdunst wird durch diesen Abkühlungsprozeß in Bläschenform (Nebelbläschen) gebracht und fällt schwerer als die Luft auf die Oberfläche der Erde und ihrer Körper herab. Daher werden die dem Himmel zugekehrten Oberflächen der Pflanzen und anderer Körper und nicht die unteren oder durch ein Dach geschützten Oberflächen mit Thau oder Reif belegt.

Der Temperaturunterschied im Momente des Thaues beträgt oft zwei bis drei Grade und es läßt sich dieses plötzliche Fallen des Thermometers nicht durch die bloße erst beginnende Wärme-

ausstrahlung der Oberfläche der Erde erklären; wohl aber ist die am Abend noch bestehende und am Morgen wieder beginnende Erwärmung der oberen Luftschichte und erhöhte Expansion des Wassergases derselben an der Grenze zwischen Sonnenschein und Schatten im Stande, die untere Luftschichte stärker abzukühlen. Eine solche Abkühlung der unteren Luftschichte während der Erwärmung der oberen Luftschicht durch die Sonne gibt zu manchen Wetterveränderungen Veranlassung; sowie des Abends beim Thauen die Temperatur um einige Grade sinkt, so machen wir häufig die Beobachtung, daß die Kälte nicht während der Nacht, sondern im Momente des Sonnenaufgangs den höchsten Grad erreicht; sehr häufig, wenn es zur Winterszeit während der Nacht, regnet, fängt es im Momente des Sonnenaufgangs zu schneien an. Im Sommer ist der Sonnenaufgang oft mit Regen begleitet und oft ein kurzer Abendregen folgt ihrem Untergang. Ja bei bedecktem Himmel tritt der Regen ein oder wird heftiger, wenn zur Mittagszeit die Sonne die über den Wolken befindliche Luftschicht am stärksten erwärmt.

Wir wiederholen, nicht die nach Sonnenuntergang vermuthlich eintretende Wärmeausstrahlung der Erdoberfläche in den freien Himmelsraum, nicht die angebliche Abgabe von Wärmestoff an den Weltraum und Wärmeverlust der Körper der Oberfläche, nicht die primäre Erkältung der Pflanzen und eine durch diese secundär herbeigeführte Abkühlung der dieselben zunächst umgebenden Luft ist Schuld an der Herabsetzung der Spannkraft des Wasserdunstes und der Condensirung derselben zu Thau, sondern die Erwärmung der Luftschichte im Sonnenlicht ist die Ursache der Abkühlung der Luftschichte im Schatten und der Condensirung des Wasserdunstes bei der Bildung des Abend- und des Morgenthaues.

Warum auf hoher See kein Thau auf die Schiffe fällt und nur in der Nähe von Land? — weil es auf hoher See keine Schlagschatten gibt und der Wasserspiegel des Meeres die Reflexlichtstrahlen der höheren Luftschichten abermals auf die nicht mehr von der Sonne beleuchtete Luftschicht zurückwirft und die abkühlende Wirkung der oberen von der Sonne erwärmten Luftschicht wieder aufhebt.

Nebelbläschen und Regentropfen. *)

Seifenblasen erzeugt man, wenn man ein feines Röhrchen mit dem einen Ende in eine wässerige Seifenlösung taucht und durch das andere Ende Luft einbläst. Die an die Seifenlösung gelangende Luft drängt einen Tropfen von jener vorwärts und dehnt ihn aus, bläht ihn auf und wenn der hervorgetriebene Theil der Seifenlösung so dünn geworden ist, daß diese durch die Gewalt des Blasens abreißt, so vereinigen sich beim Abfallen von der Röhre schnell die abgerissenen Ränder des Seifenblasentröpfchens und es wird nun so eine Hohlkugel, d. i. eine Blase gebildet, deren Inhalt die ausgehauchte Luft des Menschen und deren Hülle die wässerige Seifenlösung ist. Durch vorsichtiges Blasen durch feine Haarröhrchen, deren eines Ende mit Wasser benetzt ist, mag es auch gelingen, Wasserbläschen zu erzeugen, deren Inhalt ebenfalls ausgehauchte Luft und deren Hülle Wasser ist. Solche Wasserbläschen werden tagtäglich auf andere Weise bereitet beim Kochen von Wasser, nämlich indem das am erhitzten Boden des Kochgeschirres befindliche Wasser in Gasform verwandelt wird, das Wassergas durch die schwereren oberen Wasserschichten aufwärts gedrängt bis an den Wasserspiegel steigt, das Wasser desselben ebenso aufbläht und zur Blasenbildung verwendet als wie die aus der Lunge geblasene Luft die Seifenlösung aufgebläht hat. Aus solchen Bläschen, deren Inhalt Wassergas und deren Hülle tropfbar flüssiges Wasser ist, besteht der Wasserdampf, welcher an der Oberfläche des kochenden Wassers zum Vorschein kommt und an manchen Orten Schwaden genannt wird. Anders verhält es sich mit der Dampfbildung des nicht mehr kochenden, von dem Feuer schon abgesetzten noch heißen oder warmen Wassers; diese geht gerade auf die entgegengesetzte Weise wie jene und die Seifenblasenbildung vor sich. Gleich der Bildung des Dunstes, welchen wir aus Wasser, das eben nicht kocht, aufsteigen sehen, ist auch die Bildung der sogenannten Nebelbläschen, aus denen die Nebel und Wolkenmassen bestehen; die Bildung der Wasserbläschen des kochenden

*) Zuerst veröffentlicht im Abendblatt der N. M. Ztg. 6. Mai 1859.

Wassers ist eine excentrische, die Bildung der Nebelbläschen aber eine concentrische. Bei jenen bläht das in Bewegung gesetzte Wassergas das flüssige Wasser auf und reißt es mit sich fort, bei den Nebelbläschen aber wird aus dem Wassergas erst flüssiges Wasser gebildet, welches einen Theil von jenem umgibt; bei den Bläschen des kochenden Wassers wird das Wassergas in das flüssige Wasser hineingetrieben, bei den Nebelbläschen umfließt und umhüllt das flüssige Wasser das Wassergas; dort ist das flüssige Wasser schon vorhanden und tritt das Wassergas erst hinzu; hier ist das Wassergas das zuerst vorhandene, und wird aus ihm das flüssige Wasser erst gebildet. Gelangt nämlich Wassergas aus einer wärmeren Region in eine kältere Luftschichte, so werden die peripherischen Moleküle einer gewissen Wassergasmenge, welche zuerst mit der kalten Luft in Berührung kommen, condensirt und in tropfbarflüssiges Wasser verwandelt, während die inneren Moleküle derselben Menge noch in gasförmigem Zustande verbleiben können. Der weiße Dampf, welcher in kalten Wintertagen aus den Mund- und Nasenöffnungen der Menschen und Thiere ausströmt oder von ihrer Haut emporsteigt, ist eine Menge von Wasserbläschen, welche aus dem ex- und transpirirten Wassergas durch die kalte oder besser zusammenziehende Luft gebildet worden sind. So sehen wir auch zur Winterszeit an schönen Morgen aus offenen oder mit Eis bedeckten Flüssen weiße Wasserdämpfe aufsteigen, welche aus Nebelbläschen bestehen, die durch die kalte Luft aus dem emporsteigenden Wassergas gebildet und in einer etwas höheren Luftschichte von der Sonne wieder in Gas aufgelöst werden. Auf stehenden Wässern, Seeen, Teichen, Gräbern, feuchten Wiesen 2c. erscheinen des Abends nach Untergang der Sonne Streifen von Nebeln, welche aus Wasserbläschen bestehen, deren Gasinhalt nicht wie oben (aus Menschen und Thieren und bei Sonnenschein aus den Wasser- und Eisflächen) unmittelbar nach ihrer Bildung emporgestiegen ist, sondern als Wassergas wie bei der Thaubildung schon in den Intermolekularräumen der untern Luftschichten vorhanden gewesen und deren Hüllen aus diesen in der Luft schwebenden Wassergasen durch Condensirung dadurch gebildet wurden, daß die kälter werdende Luft, das heißt, die sich wieder ausdehnenden Luftmoleküle die zunächst gelegenen Wasser-

gasmoleküle zur Zusammenziehung gezwungen, so daß diese zu flüssigem Wasser condensirt den andern Theil der Wassergasmoleküle peripherisch umgeben. Die Nebelbläschen sind Luftballons zu vergleichen, Hüllen, deren Stoff spezifisch schwerer ist als atmosphärische Luft, deren Inhalt aber (Wasserstoffgas, Leuchtgas oder durch Wärme verdünnte Luft) leichter ist als die atmosphärische Luft. Die Hülle der Nebelbläschen ist flüssiges Wasser, welches beinahe 774mal schwerer ist, als atmosphärische Luft, deren Inhalt aber — Wassergas — beinahe um die Hälfte leichter ist, als atmosphärische Luft. So schweben nun Massen von Wasserbläschen als Nebel oder Wolken in der Luft, wie die Schiffe nach dem Archimedes'schen Prinzip auf dem Wasser schwimmen. Das Tieferstehen der Wolken gibt Zeugniß davon, entweder daß die atmosphärische Luft spezifisch leichter geworden ist, oder daß die Wolkenmasse durch Erhöhung der Condensirung des in den Nebelbläschen enthaltenen Wassergases, also durch Vermehrung des flüssigen Wassers, mit andern Worten durch Verdickung der wässerigen Hüllen der Nebelbläschen spezifisch schwerer geworden ist. Jenes ist der Fall, wenn die Wolken sich senken bei niederem, dieses wenn sie sich senken bei hohem Barometerstand. Aus dem Umstand, daß die Nebel tiefer liegen als die Wolken, läßt sich schließen, daß die Hülle der Wolkenwasserbläschen dünner, weil leichter, — und die Nebelbläschen dichter, weil schwerer sind. Werden die Wasserbläschen der Wolken so condensirt, daß ihr Wassergasinhalt auch tropfbar flüssig wird, so fallen sie weil über 700mal spezifisch schwerer als Luft geworden als Regentropfen zu Boden herab.

Eine vermehrte Verdichtung der Nebelbläschen der Wolken tritt ein, wenn die Luftschichte oberhalb der Wolke eine höhere Temperatur erlangt, die obere Schichte der Nebelbläschen der Wolken zur Vergasung gezwungen, und durch diese Vergasung die untere Schichte der Nebelbläschen der Wolke in eine niederere Temperatur versetzt wird. Durch Verdichtung der unteren Nebelbläschenschichte und durch Herabfallen derselben als Regen oder Schnee einerseits, und durch Vergasung der oberen Nebelbläschenschichte der Wolke in Folge der secundär erwärmenden Wirkung der Sonnenstrahlen wird die Wassermasse der Wolke

nach oben und unten zugleich aufgezehrt — der Himmel klärt sich auf.

Aber auch noch auf eine andere Weise wirkt die Sonne condensirend auf die Nebelbläschen der Wolken, indem das durch die Luftatome direct an die Wolken geleitete Licht der Sonne die Wolkenmoleküle zur Zusammenziehung zwingt, und dadurch, daß die einzelnen Nebelbläschen derselben an gegenseitiger Anziehungskraft gewinnen, die Anfangs diffuse Wolkenmasse in einzelne Parthieen getrennt wird, welche zu von einander abstehenden Wolkenmassen geballt werden. Diese directe Einwirkung des Sonnenlichtes als einer Stoßkraft gibt sich auch kund bei starken Herbstnebeln. Von einem Thurm oder einer Berghöhe herab läßt sich das herrliche Schauspiel beobachten, wie die die Erde deckende Nebelmasse immer mehr und mehr von der aufgehenden und immer steigenden Sonne niedergedrückt und verdichtet wird, bis endlich die ganze Nebelmasse zu flüssigen Wassertropfen condensirt auf der Erdoberfläche sich als Thau oder Reif angehängt hat. Dieselbe Stoßkraft der Sonne, welche den Nebel niederdrückt und auf die Erde fallen macht, wirkt auch drückend wie ein Deckel auf die Rauchmasse unserer Kamine, wenn die Sonne zur Mittagszeit in die obere Kaminöffnung beinahe scheitelrecht hineinscheint, wobei man gewöhnlich die Bemerkung macht, daß der Rauch, statt als Anfangs leichtere Gasart von unten in den Kamin hinauf getrieben zu werden und aus dem Kamine emporzusteigen, in den Räumen des Feuerherdes zurückbleibt. Wir sehen als den Grund der bei solchen Vorfällen in unsern Kaminen von Pettenkofer beobachteten Condensirung des Wasserdampfes, welcher einen großen Theil des Rauches bildet, die eben angedeutete Druck- und Stoßkraft der Sonnenstrahlen an.

Wind und Wetter.

Wenn auch dem jetzigen Deutschen kein urdeutsches Wort für den Begriff „Natur“ (nascere gebären, natum geboren,

naturum das werdende Geborne oder das Werden des Gebornen) geblieben ist, so besitzt er denn doch in dem Worte „Wetter" ein solches. Das Wort Wetter, läßt sich nur von Wasser (water) oder Wässer herleiten, und in der That bestimmt das Wasser, welches aus der Erde in die Luft aufsteigt und aus der Luft wieder auf die Erde herabfällt, Wetter und Wind. Die Ursache des Emporsteigens des Wassers aus der Erde in die Luft liegt, wie wir wissen, in der contrahirenden Wirkung der Sonnenstrahlen auf die Atome der Luft, in deren vergrößerte Intermolekularräume das Wasser aufgenommen wird, und die Ursache des Wiederherabfallens des Wassers aus der Luft auf die Erde ist der gänzliche oder theilweise Mangel obiger Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Luftmoleküle, wornach die nicht mehr contrahirt werdenden Luftmoleküle sich ausdehnen und aus ihren Zwischenräumen das Wasser verdrängen, oder wie man sich kurzhin auszudrücken pflegt: durch die Wärme verdünstet, durch die Kälte condensirt sich das Wasser. Aber das Wasser verwandelt seine flüssige in die Gasform nicht nur bei seiner Siedetemperatur, sondern auch wenn es gefroren, am Eispunkt und darunter; denn auch in den Polargegenden dunstet Wasser ab. In diesen kalten Regionen oder auch bei uns in sehr kalten Tagen ist das Plus der Vergrößerung der Intermolekularräume der Luft so klein, daß es nur hinreicht, einen Theil des Wassers in seiner flüssigen oder festen Form zur Verdunstung zu bringen, aber nicht mehr um das Quecksilber unserer Thermometer auszudehnen oder die fixirten Theile unseres Leibes, die Zellen, zu erwärmen. Die erwärmende oder ausdehnende Kraft, welche in kalten aber sonnigen Wintertagen durch die Erweiterung der Intermolekularräume der Luft gewonnen wird, reicht nur hin für die oberste Lage der Atome einer Wasser- oder Eisfläche oder unserer Haut und sowohl das Wasser als unsere Haut erkalten nur noch mehr unter der Abdünstung der oberen Atomenlage. Nothwendigerweise muß an Orten, welche der Sonne als dem Sitze der Erderwärmenden Kraft am nächsten liegen, wie in den Gegenden innerhalb der Wendekreise und zur Sommerszeit, wo die Sonne am längsten scheint, die Abdünstung des Wassers der Erdoberfläche am reichsten, an den Polargegenden und zur Winterszeit am mindesten von Stat-

ten gehen. In den Aequatorialgegenden ist die Ausdehnungskraft oder die Erwärmung durch die Sonnenstrahlen verhältnißmäßig größer als die aus der Erdoberfläche verdunstet werden könnende Wassermenge und es wird daher das in den südlich und nördlich gelegenen Nachbarländern verdunstete Wasser zu dem Aequator hingezogen, welcher Umstand der Grund der Nordostpassatwinde auf der nördlichen und der Südostpassatwinde auf der südlichen Erdhälfte ist. In den Gegenden, auf welche die Sonnenstrahlen senkrecht fallen, ist nun die Menge des in die Luft gestiegenen Wassers am größten, und sie ist in allen anderen Gegenden zur Sommerszeit größer als im Winter. Ein Theil der in der Luft enthaltenen Wassergasmenge fällt in den Tropen zur Mittagszeit unter electrischen Entladungen als Regen wieder herab, — ein anderer Theil aber fällt beim Eintritt der Nacht erst als Gas, dann als Nebelbläschen in den Wolken gegen die tiefergelegenen Polargegenden hin und erzeugt so die regenbringenden Winde. Während die Passatwinde einen Zug des Wassergases von unten nach oben und von Osten nach Westen, aus den von der Sonne verlassenen zu den von der Sonne eben bestrahlt werdenden Luftregionen ihr Entstehen verdanken, fällt der Ueberschuß des in die Luftregionen zwischen den Wendekreisen aufgestiegenen Wassergases von oben nach abwärts aus der Sonnenregion in die Nachtregion, von Süd und West nach Nord und Ost und verursachet die bei uns oft herrschenden Südwestwinde.

Da die Einwirkung der Sonnenstrahlen in den Aequatorialgegenden Jahr aus Jahr ein ziemlich dieselbe kräftige ist, so ist auch der Zug von Wassergas dahin aus den südlichen und nördlichen Regionen und sind also auch die Nord- und Südostpassatwinde beständig. Aber der Ueberschuß an dem in der Luft nach dem Abfall der tropischen Gewitterregen zurückgebliebenen Wassergase ist je nach der zufälligen Masse des Regens bald größer bald kleiner, also nicht immer gleich groß, daher treten auch bei uns die Südwest- und in der südlichen Erdhälfte die Nordwestwinde nur zeitweise ein, uns in dem Regen das Wasser bringend, welches in den Tropenländern, oder wenigstens jedenfalls in von uns südlich gelegenen Himmelsstrichen aus der Erdoberfläche verdunstet worden ist.

Wenn der Ueberschuß an Wassergas von der Tropenluft gegen die Pole hin abgeflossen ist so tritt bei uns nach kurzer Windstille Nord- oder Ostwind ein; diese Winde verdanken ihr Entstehen bei uns ebenso wie die Passatwinde dem Zuge des Wassergases aus den nördlicheren und östlicheren Gegenden gegen die Sonne zu dahin, wo die Sonne am stärksten erwärmt. An den bei uns seltenen einzelnen wolkenlosen Sonnentagen beobachten wir des Morgens eine von West nach Ost, des Mittags eine von Nord nach Süd und des Abends eine von Ost nach West gehende Luftströmung; das Wassergas zieht der Sonne nach. Den Nord- und Ostwind selbst aber empfinden wir nicht als Zug gegen Süd oder West, sondern als Druck von Nord oder Ost, weil der Luft- oder Wassergaszug in den höheren Luftregionen einen Druck auf die untern Luftschichten ausübt. Nicht selten kann man sogar die obersten Wolkenschichten von Nord oder Ost nach Süd oder West ziehen sehen, während wir unten auf dem Flachlande Windstille, ja oft sogar einen dem oberen entgegengesetzten Wind haben.

Aber nicht bloß der Ueberschuß des in den Luftregionen der Tropen befindlichen Wassergases ist die Quelle des Regens in unserer gemäßigten Zone, sondern auch das hier zu Lande verdunstete und das im Zuge gegen Süden begriffene Gas des in den nördlichen Gegenden abgedunsteten Wassers bildet eine solche. Der Regen aber tritt ein, wenn die Nebelbläschen der Wolken eine dichtere Hülle durch gesteigerte Condensation des in jenen enthaltenen oder durch Adhäsion und Verdichtung neuen Wassergases erhalten haben, dadurch schwerer als Luft geworden sind und zu den herabfallenden Tropfen sich ausbilden. Die Condensation des Wassergases in der Luft wird durch die Ausdehnung der Luftmoleküle und daher Verengerung der von dem Wassergas ausgefüllten Luftintermolekularräumen bewirkt. Jene Ausdehnung der Luftmoleküle tritt ein erstens bei dem Mangel oder der Verringerung der dieselbe contrahirenden Kraft der Sonnenstrahlen bei Nacht oder im Schatten oder bei Verkleinerung des Feuers an der Sonnenperipherie; man hat ja stets bei dem Erscheinen größererer Flecken oder Schattenstellen in der Sonne vieles Regnen beobachtet. Oder zweitens die vermehrte und beschleunigte Abdünstung der Nebelbläschen der oberen

Wolkenschichten zu Wassergas hat eine Abkühlung und Condensirung der Nebelbläschen der unteren Wolkenschichten und also Regen zufolge, wie wir früher schon angedeutet haben. Je intensiver die unmittelbare Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die obere Wolkenschicht ist, je rascher hier und reichlicher die Abdünstung, eine desto größere Menge von Nebelbläschen der unteren Wolkenschichten und desto stärker wird dieselbe condensirt, daher auch im Hochsommer die stärkeren Regen mit den größten Tropfen und Hagelwetter erscheinen. Die Hagelkörner bestehen aus einem undurchsichtigen Kern (Graupe) und durchsichtigen peripherischen Eisschichten. Ehe der Hagel losbricht, sind die Hagelwolken schon durch ihre röthlich oder gelblich graue Farbe zu erkennen, unter welche sich andere schwarze Wolkenmassen schieben. Die hellere Färbung jener hängt zweifelsohne von der geringeren Dichtigkeit der Wolkenmasse ab, daher auch das Sonnenlicht die Masse sowohl leichter durchdringt als auch auf mehrere einzelne Nebelbläschen unmittelbarer wirken kann, es findet daher Abdünstung der einen und Condensirung der anderen Nebelbläschen in Mitte der Wolkenmasse statt. Die sich ausdehnenden Nebelbläschen wirken daher in einem beschränkteren Raum auch stärker condensirend auf die übrigen ein und die wässerige Hülle der letzteren wird statt in tropfbarflüssige sogleich in feste Form eines Krystalls verwandelt. Die Graupe oder der Kern der Hagelkörner entsteht wahrscheinlichst in den oberen hellfärbigen Wolken und erhält während seines Durchfallens durch die schwarzen Wolken seine pellucide Eisumlagerung, indem sich nämlich an den eiskalten Graupenkern die wässerigen Hüllen der Nebelbläschen der unteren schwarzen Wolken ebenso anlegen als wie wir den Wasserdunst eines warmen Zimmers an einen in dieses gebrachten eiskalten Körper sich anlegen sehen — ein Vorgang, den wir bei der Thaubildung näher besprochen. Wie das Beschlagen eines kalten Körpers mit Thau in einem warmen Zimmer, und wie die Eisumlagerung der Graupenkerne der Hagel geschieht auch die Verwandlung der aus der wärmeren Luftschicht kommenden und auf gefrornen Boden fallenden Regentropfen in Eis, was wir gewöhnlich Glatteis nennen.

Hagelwetter erscheinen nur im Sommer und an sehr heißen Tagen und der Hagel fällt nur zu Anfang eines Gewitterregens

und nie während es schon geregnet. Im Spätherbst und Vorfrühling fallen nur Graupen, undurchsichtige Massen von Wasserkrystallen, welchen die Umlagerung von durchsichtigem Eise fehlt. Diese kommen ihrer Form nach dem Schnee näher. Der Schnee verdankt seine Entstehung nicht etwa der Abdünstung eines Theiles und der Abkühlung des anderen Theiles der Wolkenmasse, sondern die Schneekrystalle sind Nebelbläschen, deren tropfbarflüssige Wasserhülle in der kalten Luft gefroren und deren Wassergasinhalt wegen des Zerspringens der gefrierenden Hülle entweicht, wornach die Krystalle dieser weil spezifisch schwerer als Luft, als Schnee zu Boden fallen. Schneewolken bestehen sowie der Nebel in sehr kalten Wintertagen aus Nebelbläschen, deren Hüllen dem gänzlichen Gefrieren nahe sind und noch Wassergas in sich einschließen, daher sie auch im Ganzen leichter sind als die Luft, in dieser frei schweben und von ihr getragen werden.

Gewitter.

Ueber die Quelle der Gewitterelectricität sind die Gelehrten noch nicht im Reinen. Bald ist sie eine Ausströmung electrischer Fluida aus der Erde, beziehungsweise der Pflanzen, bald ist das Aufsteigen warmer Luftströmungen und das Herabfallen kalter Luftströmungen und die durch das Begegnen beider hervorgebrachte Reibung die Ursache derselben. Die unter den Physikern ex professu am meisten angenommene Meinung ist, daß dieselbe durch die gegenseitige Reibung der aus den Wolken herabfallenden Regentropfen entstehe. Zu dieser Hypothese kann ich mich nicht bequemen, weil ich zum öftern Gewitter zu beobachten Gelegenheit hatte, welche ohne Regen Blitze aussendeten und Donnerschläge verursachten. Namentlich beobachtete ich vor einigen Jahren zur Sommerszeit von der Burg Hohenschwangau herab, wo dem Beobachter ein weiter Blick in die Ebene gestattet ist, ein derartiges Gewitter. Die ganze Gewitterwolke hatte sich

bald nach Sonnenuntergang also noch bei Tagesbeleuchtung der ganzen Gegend im Zenith der Ebene gebildet, hing bei Windesstille ruhig und frei schwebend und umgrenzt vom blauen Himmelsgrund, also in gar keiner Verbindung mit anderen Wolken an den Abhängen der höheren Berge. Eine halbe Stunde ungefähr beobachtete ich die Blitze aus dieser Wolke, ohne daß Regen herabfiel, den ich hätte deutlich sehen können und müssen. Die ganze Gewitterwolkenmasse bestand aber, ich sah es zu deutlich, aus zwei Lagen, einer oberen und einer unteren. Die Erleuchtung durch die Blitze fand innerhalb dieser beiden Wolkenschichten statt. Mein hoher Standpunkt machte es mir möglich, in schiefer Richtung zwischen die beiden Wolkenschichten hineinsehen zu können. Wenn man überhaupt ein Gewitter bei seinem Entstehen beobachtet, wird man bemerken, daß die meisten Blitze innerhalb der ganzen Wolkenmasse erscheinen, sowohl aus der Beleuchtung einer hervorragenden oberen Wolkenschichte, als auch, wenn eine solche Hervorragung einer oberen Wolkenschichte nicht statt findet, sondern die oberen Wolkenschichten von unteren bedeckt sind, aus der Blitzbeleuchtung des angrenzenden Horizontes. Nur dann und wann, wie bei heftigen Gewittern, geht der Blitz sichtbar durchdringend die untern schwarzen Wolkenschichten aus diesen heraus in der Richtung zur Erde herab. Diese Blitze sind es, welche manchmal einschlagen. Man hat durch Experimente die Beobachtung gemacht, daß verschiedene Wolken, und besonders verschieden beleuchtete Wolken auch eine verschiedene Electricität, bald positive bald negative zeigen. Nach Palmieri's experimentellen Beobachtungen zeigten von blauem Himmel umgrenzte Gewitterwolken, ohne daß es regnete, im Centrum positive, an ihren Gürtel negative Electricität. Da das gegen die Erde hinsehende Centrum einer Gewitterwolke, im Schatten der ober ihr liegenden Wolkenmasse sich befindet und gewöhnlich dunkelgrau oder grauschwarz gefärbt ist, der Gürtel aber der Wolke ein beleuchteter Theil derselben ist, so geht aus diesen Beobachtungen hervor, daß die von dem Sonnenlicht beleuchteten Wolken negative Electricität, und die von der Sonne nicht beleuchteten, die im Schatten sich befindende Schichte einer Gewitterwolke positive Electricität kund gebe. Die von uns in der Mehrheit und in ihrer ganzen Ausbreitung nicht

gesehen werdende obere Schicht einer Gewitterwolke ist die beleuchtete. Denken wir uns nun die obere Schicht einer Gewitterwolke negativ, und die untere Schicht derselben positiv electrisch, so muß zwischen beiden ein electrischer Strom statt finden, der sich durch das Erscheinen des Blitzes zwischen beiden kund gibt. Es ist eine Gewitterwolke als eine galvanische Batterie aus zwei mächtigen Elementen, der obern und untern Wolkenschicht, zusammengesetzt anzusehen, zwischen welchen beiden der sie verbindende Wasserdunst den Leiter des electrischen Stromes und zugleich das Zersetzungsobject desselben abgibt. Das Zersetzungsproduct aus dem Wassergas ist Wasserstoff und Sauerstoff. Ein Gemenge von diesen beiden in dem Verhältniß von 2 zu 1, das sogenannte Knallgas, wird aber durch einen electrischen Strom entzündet. Ich erkläre daher den Blitzstrahl als die Entzündung und Verbrennung von Wasserstoff in Sauerstoff durch den electrischen Strom, welches Wasserstoff-Sauerstoffgemenge, das Zersetzungsproduct des Wassergases, ebenfalls durch den electrischen Strom, der von der untern positiv-electrischen Schicht einer Gewitterwolke zu der obern negativ-electrischen Schicht gehet, gewonnen worden ist. Bekanntlich bildet der in Sauerstoff verbrennende Wasserstoff ein sehr mächtiges Schmelzungsmittel. Der Blitzstrahl vermag daher leicht brennbare Stoffe, mit denen er in Berührung kommt, schnell zu entzünden und schmelzbare Stoffe, wie Metalle und Kieselerde zu schmelzen. Es ist die zündende Blitzflamme nicht zu verwechseln mit dem electrischen Licht, welches die Experimentalphysik bei der Leitung eines electrischen Stromes durch mittelst der Luftpumpe sehr verdünnte atmosphärische Luft und andere Gasarten hervorbringet und wie es an den Polarlichtern zur großartigsten Erscheinung gelangt. Das electrische Licht ist, wie wir früher erwähnten, als die Wirkung einer im Molekularausdehnungsakte begriffenen verdünnten Luftart auf unsere Augen zu betrachten.

Wie nun aber sind die beiden aufeinander geschichteten Wolkenmassen einer Gewitterwolke electrisch, und zwar die oberen mit negativer, die untere mit positiver Electricität geladen worden? — Jede obere Schicht einer Wolkenmasse unterscheidet sich von der untern, daß sie von der Sonne (oder dem Monde

oder dem Sternlichte) beleuchtet ist, während die untere im Schatten der oberen sich befindet. Nun laufen die Blitzstrahlen von der oberen zur unteren Wolkenschichte. Da nun durch Experimente bekannt ist, daß die Entzündung von Kohle, Metallen ꝛc. durch den electrischen Strom immer nur oder zuerst an der negativen Electrode statt findet, und beziehungsweise von ihr ausgehet, so läßt sich daraus, daß der Blitzstrahl an der oberen Wolkenschicht beginnt und von ihr ausgeht, schließen, daß die obere Schicht einer Gewitterwolke negativ-electrisch geladen ist. Ist aber die obere Wolkenschicht negativ-electrisch, so folgt nothwendig daraus, daß die untere Schicht positiv-electrisch sei — eine Schlußfolge, welche durch die oben erwähnte Beobachtung Palmieri's bestättiget wird. Der electrische Strom geht also von der untern Schicht einer Gewitterwolke zu der oberen, und die Entzündung des durch den electrischen Strom aus der Zersetzung des Wassergases erzeugten Knallgases beginnet an der obern Wolkenschicht, sich bis zur untern oder nach unten fortsetzend. Wenn nun Blitze durch die untere Wolkenschicht durch und aus dieser fahren, welche wie man zu sagen pflegt einschlagen, so liegt als eine weitere Schlußfolgerung die Annahme nahe, daß die atmosphärische Luft unter einer Gewitterwolke, die Wasser der Erde, diese selbst, Häuser, Bäume, ꝛc. ebenfalls wie die untere Schicht einer Gewitterwolke mit positiver Electricität geladen sein müssen.

Vor und während Gewittern herrscht gewöhnlich eine Schwüle, man bedient sich des Ausdruckes „drückende Schwüle." Mit dem Ausdrucke „Hitze" verknüpft man gemeiniglich die Eigenschaft der Trockenheit. Schwüle hingegen ist das Ergebniß einer feuchtwarmen Atmosphäre. Sie ist bedingt durch die übergroße Menge erwärmter, expandirter Wassergasmolekülen, wobei die Atmosphäre durchsichtig ist. Eine Ueberfüllung mit Wassergasmolekülen besitzt unserer Ansicht nach die Luft vor einem Gewitter oder welche ein Gewitter erzeugt. Denn wir sehen bei Windesstille und heiterem blauen Himmel oft beinahe plötzlich Gewitterwolken sich bilden. Wahrscheinlich ist es das Sonnenlicht, welches auf die überschüssig angesammelten Wassergasmoleküle condensirend wirkt, so daß das condensirte und in tropfenflüssige Form umgewandelte Wassergas gewisse Mengen

von noch nicht condensirtem Wassergas umfängt, so daß Bläschen entstehen, deren Inhalt Wassergas und deren Hülle flüssiges Wasser ist, und welche Nebelbläschen genannt werden, aus denen die Wolken bestehen. Je mehr sich nun aus der mit Wassergas übersättigten gewitterschwülen Atmosphäre Nebelbläschen entwickeln und anhäufen, desto größer und dichter wird die plötzlich entstehende Gewitterwolke, deren obere Schicht von der Sonne stark beleuchtet wird, und deren untere Schicht in desto tieferen Schatten kommt, je mehr die Dichtigkeit der Wolke zunimmt. Je mehr nun die obere Schicht durch das Sonnenlicht condensirt oder zusammengezogen wird, desto mehr Anziehungskraft erlangt sie; und je mehr die Wolke dichter wird und je weniger die untere Schicht von der Sonne erleuchtet werden kann, desto mehr werden ihre Nebelbläschen von der allgemeinen Hitze expandirt und erlangen desto mehr Abstoßungskraft, — d. h. nach unsern Begriffen über die Imponderabilien, desto mehr wird die obere Schicht einer Wolke negativ, und die untere Schicht positiv-electrisch. In derselben Lage wie die Nebelbläschen der untern im Schatten befindlichen Wolkenschicht befinden sich auch die Wassergasmoleküle der im Schatten einer Gewitterwolke stehenden Luft und der Erdoberfläche, d. h. sie werden in Ausdehnung versetzt und positiv-electrisch wirkend. In dem Grade als die Leuchtkraft der Sonne auf die obere Schicht der Wolkenmasse stärker contrahirend oder condensirend einwirkt, in demselben Grade wirkt auf indirecte Weise, nämlich durch die Contraction der Luftmoleküle und Vergrößerung der Intermolekularräume der die Gewitterwolke umgebenden Luft, die Sonne auf die im Schatten der Gewitterwolke befindlichen Nebelbläschen und Wassergasmoleküle expandirend ein; d. h. mit je mehr negativer Electricität die Sonne die obere Wolkenschicht ladet, mit desto mehr positiver Electricität werden durch sie die Nebelbläschen der untern Wolkenschicht und die im Schatten befindlichen Wassergasmoleküle versehen. Je heißer die Tage, desto heftiger sind auch die Gewitter.

Ein zweiter auf die Condensirung der oberen Wolkenschicht einwirkender Umstand ist auch die Verdunstung, welcher die oberflächlichsten Nebelbläschen der oberen Wolkenschicht durch die contrahirende Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Luft-

moleküle in der Region oberhalb der Gewitterwolke gewiß preis gegeben sind.

Dieser Umstand erhöhet nicht nur den Grad der negativ-electrischen Beschaffenheit der oberen Wolkenschicht, sondern bewirkt auch durch die Steigerung der Condensation der Nebelbläschen derselben die Verwandlung der Nebelbläschen in Wassertropfen, d. i. verursacht den Regen, und wie wir früher schon bemerkten, durch das Durchfallen der Regentropfen aus der oberen Wolkenschicht durch die untere Wolkenschicht die Entstehung des Hagels.

Die beiderlei Wirkung der Sonne auf Wolken oder Nebelmassen, d. h. sowohl die condensirende als die verdunstende kann man oft deutlich in den Morgenstunden in Gebirgen beobachten, wenn die Wolken aus dem Schatten der Berge in die Linie der Sonnenstrahlen gelangen. Eine dichte Wolken- oder Nebelmasse vorgedrungen zum Sonnenlicht ballt sich plötzlich stärker zusammen und wird in die Schattenregion zurückgetrieben, wenn auch Windstille ist oder auch oft die allgemeine Luftströmung zu der von der Sonne beleuchteten Region hin herrscht. Eine dünne Wolken- oder Nebelmasse sieht man oft, sobald sie aus der Schatten- in die Sonnenlichtlinie dringt, im Sonnenlicht allmählig verschwinden, in durchsichtiges Wassergas sich verwandeln, und die Wolken- oder Nebelmasse zieht dabei fortwährend vorwärts. Man kann diese Beobachtungen abwechselnd zu ein und derselben Stunde machen.

In unserer gemäßigten Zone können wir die Gewitter im Zenith nur zur Sommerszeit entstehen sehen; — bei im Frühling und manchmal auch im Winter erscheinenden Gewittern kommen die Gewitterwolken aus den wärmeren Himmelsstrichen schon mit Electricität geladen zu uns, bei starkem Südwestwinde, so daß wir oft bei Schneefall mit der Kälte im Widerspruch stehende Blitze und Donner wahrnehmen können. Bei uns entstehende Gewitter nehmen in der Mehrzahl der Fälle ihren Lauf längs der größeren Flußbette, und es scheint mir der Grund davon nicht etwa in der gemeiniglich angenommenen Anziehungskraft des Wassers als solches auf die Wolken, sondern mehr in dem Umstand zu liegen, daß die Flüsse in immer tiefere Bodenlage kommen, und daß die Wolken auch dahin am

ehesten zu fallen streben, wo die größte Anziehungskraft der Erde, wo die Schwerkraft in höherem Grade auf sie einwirkt. Bei Gewittern vorhergehender Windstille entstehen durch das Gewitter, d. i. durch die beständige in tiefere Lagen fallende Gewitterwolke oft plötzlich die heftigsten Stürme. Bei Hochgewittern, d. i. bei Gewittern, wo die Wolken in sehr hoher Luftregion entstanden und sich in großen Massen gesammelt und ausgebreitet haben, hat die bedeutendere Lokaltiefung des Bodens keinen oder nur momentweisen und unbedeutenden Einfluß mehr auf das Fallen und den Gang der Gewitterwolken, sondern es wirkt hier mehr die von den Polen und den diesen näheren Erdstrichen ausgehende größere Erdanziehungskraft der mehr abgeplatteten und also tieferen, dem Erdmittelpunkt näheren Lage derselben auf den Zug des Gewitters ein, wie dieses ebenso bei bedeutenden Stürmen besonders zur Zeit der Aequinoctien der Fall ist. Gewitter, welche an der Grenze einer Kette hoher Berge entstehen, fallen in der Regel in die angrenzende Ebene hinab. Hochgewitterwolken von außerordentlich großer Ausdehnung, welche oft mehrere Stunden lang über uns stehen und ihre Blitze zugleich an mehreren Stellen oder abwechselnd bald im Süden oder Norden, bald Ost oder West schleudern, schienen mir immer in einer Ebene von großer Fläche ausgebreitet zwischen zweien die Ebene begrenzenden bedeutenden Gebirgsketten gleichsam eingeklemmt zu sein, wie dieses bei Gewittern, deren Wolken tief liegen, in engen Gebirgsthälern der Fall ist. Die Anziehungskraft endlich der Gebirgsmassen für die Wolken kann ebenfalls dazu beitragen, dem Fallen der Gewitterwolken in tiefere Orte entgegenzuwirken.

Barometerstand.

Das Barometer ist der Messer des Druckes, welchen die atmosphärische Luft auf eine Flüssigkeitssäule (am gewöhnlichsten von Quecksilber) in luftleerem Raume ausübt. Ein Druck aber wird ausgeübt entweder durch die Schwere eines auf einen andern lie-

genden Körpers,— also durch die Summe der Zusammenziehungskräfte der Moleküle des aufliegenden Körpers, was gleichbedeutend ist der Totalkraft, mit welcher die Summe der Moleküle desselben von dem Erdmittelpunkt angezogen wird; — oder zweitens durch die Ausdehnung des einen Körpers, wodurch ein Nachbarkörper in seinen Raumverhältnissen beeinträchtiget wird. Die Luft drückt auch 1) entweder durch ihre Schwere auf die Quecksilbersäule des Barometers, oder 2) durch die Ausdehnung ihrer Moleküle, durch Spannung. In der Voraussetzung, daß die Atmosphäre der Erde eine ihrer elliptischen Kugelform entsprechende Umhüllung bildet, so muß die Luftsäule auf Bergen und Hochebenen eine kleinere oder kürzere sein, als in Thälern und am Meeresniveau. Die Luftsäule auf dem Meere, weil sie größer oder länger und die Summe ihrer Moleküle größer ist, als bei einer Luftsäule auf Bergen, so übt sie gemäß ihrer größeren Schwere einen größeren Druck auf die Quecksilbersäule des Barometers aus, als die kleine und also leichtere Luftsäule auf Erhöhungen. Aus dem höheren oder tieferen Stand des Barometers läßt sich daher auch umgekehrt bestimmen, wie hoch über dem Meeresniveau ein Ort erhaben ist; — jedoch nicht genau und nur durch das aus vielmaligen Barometerbeobachtungen gezogene Mittel, weil die Masse der betreffenden Luftsäule selbst nicht zu jedem Zeitmomente gleich schwer ist. Eine Luftsäule nimmt aber an Gewicht zu, 1) wenn sie durch Seitendruck verdichtet, und die Summe ihrer Moleküle vergrößert wird, — oder 2) wenn die einzelnen Luftmoleküle an ihre Oberfläche Wassergas aus der Erdoberfläche anziehen. Wasser ziehen aber die Luftmoleküle um so mehr an, je mehr sie Anziehungskraft besitzen, d. i. je mehr sie sich contrahiren. Zur Contraction werden die Luftmoleküle durch die direkte Wirkung der Sonnenstrahlen genöthiget. Den Raum, den vorher die Summe der Luftmoleküle einer bestimmten Luftsäule eingenommen hat, nehmen nebst derselben Anzahl von Luftmolekülen auch noch die in die vergrößerten Zwischenräume der sich verkleinerten contrahirten Luftmolekülen hineingedrungenen Wassergasmoleküle ein. Die Luftsäule ist also um das Gewicht des von jedem einzelnen Luftmoleküle angezogenen Wassergases schwerer geworden. Wirkt das Sonnenlicht auf die Luftmole-

küle direct schwächer contrahirend ein, so werden sich diese wieder ausdehnen, das angezogene Wassergas aus ihren Zwischenräumen wieder verdrängen und die Luftsäule wird um das Minus des adhärirten Wassergases wieder leichter werden. Ein hoher Barometerstand oder das Steigen der Quecksilbersäule des Barometers zeigt daher eine reichere Attraction der Wassergasmoleküle an die Luftmoleküle, — ein Fallen des Barometers aber eine verringerte Attractionskraft der Luftmoleküle für die Wassergasmoleküle an; — jenes also eine erhöhete Zusammenziehung, dieses eine verminderte Contraction oder vermehrte Expansion der Luftmoleküle an. Von den sich immer noch ausdehnenden Luftmolekülen vertriebenen zu Nebelbläschen condensirten Wassergasmoleküle, welche aggregirt als Nebel oder Wolken in dem Luftmeer erscheinen, haben auf den Barometerstand keinen Einfluß mehr, weil sie nach dem Archimedes'schen Gesetze nicht mehr wiegen können, als die Menge von Luftmolekülen, welche sie durch Einnahme ihres nöthigen Raumes verdrängten. Sie können höchstens durch die Verdrängung von Luftmengen eine Verdichtung einer seitlichen durch irgend einen Widerstand z. B. hohe Gebirge nicht leicht verschiebbaren Luftsäule bewerkstelligen. Je mehr Wolken nach dem Eintritt des Fallens des Barometers am Himmel erscheinen, desto mehr fällt das Barometer, weil ja die eigentliche ins Gewicht fallende Menge von Luftmolekülen eines Theiles ihres wägbaren Stoffes, nämlich der an sie adhärirten Wassergasmoleküle immer ärmer geworden sind und werden. Wird durch den verringerten Einfluß der schwächeren oder wenigeren Sonnenstrahlen die Contraction der Luftmoleküle immer mehr herabgesetzt oder wird die Ausdehnung der Luftmoleküle immer mehr gesteigert, wie es in den strengen Wintermonaten der Fall ist, so wirkt die Summe der Ausdehnungskräfte der Menge der Luftmoleküle ebenfalls drückend auf die im Vacuum des Barometers befindliche Flüssigkeit, sie zum Steigen zwingend. Daher die constante Beobachtung *), daß hohe Barometerstände im Sommer Hitze, im Winter Kälte, — das Fallen des Barometers aber im

*) S. Otto Eisenlohr: Untersuchungen über den Zusammenhang des Barometerstandes mit der Witterung im Winter 1852. Karlsruhe.

Sommer Herabsetzung der Temperatur, im Winter Erhöhung derselben anzeiget. Im Sommer nämlich bewirken die Sonnenstrahlen eine mächtigere Contraction der Luftmoleküle, eine von dieser abhängige reichlichere und schnellere Verdunstung des Erdwassers und eine höhere Temperatur auf der Erde, — eines theils weil die Sonnenstrahlen scheitelrechter auf die eine Hälfte der Erde, die Sommerhälfte fallen, also die beleuchteten Gegenständen näher der Sonne als dem Ursprung der Leuchtkraft stehen, auch der Reflex der Sonnenstrahlen in Thalgebieten ein ergiebigerer ist, und andertheils weil die Sonnenstrahlen wegen der größeren Tageslänge auch längere Zeit auf ein und dieselbe Gegend fallen, als dieß im Winter der Fall sein kann. Sinkt im Gegentheil die Quecksilbersäule des Barometers, so ist es ein Zeichen, daß die Sonnenleuchtkraft momentan eine geringere geworden ist, entweder durch Ursachen, die in der Sonne selbst liegen (z. B. Sonnenflecken) und eine geringere Lichtstrahlenmenge aus ihr ausstrahlen lassen, oder daß durch andere kosmische Einflüsse, z. B. Polarisirung ihrer Lichtstrahlen durch die z. B. zur Zeit des ersten und letzten Mondsviertels auf jene rechtwinkelig fallenden Reflexstrahlen des Mondes. Die in Folge des schwächeren Sonnenstrahleneinflusses von den Luftmolekülen wieder abgelösten Wassergasmoleküle fallen als Nebelbläschen gegen die Erde hin und bringen Erniedrigung der Temperatur und meteorische Niederschläge. Im Winter hingegen, wo die Sonne weniger Erdwasser zur Verdunstung antreibt, weil in den kurzen Tagen die Menge der auf die Wintererdhälfte fallenden Sonnenstrahlen geringer ist und die beleuchteten Gegenden weit entfernter von der Leuchtkraftquelle, und die Sonnenstrahlen daher schwächer sind, deutet der niedrige Barometerstand denn doch eine kräftigere Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Erde an, weil in den strengen Wintermonaten der hohe Barometerstand nicht mehr allein von der Schwere der Luft, welche weil ärmer an den Luftmolekülen adhärirenden Wassergasmolekülen eigentlich leichter ist, sondern auch von der Ausdehnung der Luftmoleküle, ihrer Spannkraft, als Druckursache bestimmt wird. Es ist in den strengen Wintermonaten daher der niederere Barometerstand ein Zeichen von stärkerer Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Atmosphäre als der hohe Barometerstand, indem

die eine Druckursache, die Spannung der Luft, ja nur die Folge ist von noch mehr verminderter Sonnenlichteinwirkung auf die Luftmoleküle. Zu gleicher Zeit bringen bei niederem Barometerstand im Winter die Süd- und Westwinde das in heißen Zonen verdunstete Wasser als wärmeren Körper in die kalten Zonen, welches durch seine in diesen stattfindende Contraction zu Regentropfen und Schneekrystallen wieder eine secundäre Wärmequelle abgibt. Während im Winter der Regen Wärme bringt, bildet im Sommer der Regen durch Wiederverdunstung des Wassers eine secundäre Kältequelle.

Als Wetteranzeiger hat das Barometer einen Werth nur in sofern, als es das Zeugniß ablegt von der momentanen Kraft des Sonnenlichtes zur Contraction der Luftmoleküle und von der dadurch erzeugten Wärme, welche die Verdunstung des Wassers der Erde und die Vergasung der in der Atmosphäre in Nebel- oder Wolkenform schwebenden Wasserdünste zur Folge hat, also auch die Möglichkeit des Eintrittes schönen Wetters und heiteren Himmels anzeigt. Nichts desto weniger kann bei steigendem Barometer erst Regen eintreten aus dem natürlichen Grund, weil die Sonne verdünstend auf die oberen Schichten der Wolken wirket und die Verdunstung der oberen Wolkenschichten condensirend auf die unteren Wolkenschichten einwirkt, und somit Regen oder Schneefall erzeugen kann, wenn nämlich die vorhandenen Wolken zu dicht sind, um sogleich gänzlich verflüchtigt zu werden. Ebenso kann bei Sinken des Barometers heiteres Wetter sein, in Zeiten nämlich, wo der Vorrath von Wolken und von zur Verdunstung bereiten Wasser der Erdoberfläche in Folge vorhergegangener trocknen der Witterung relativ klein ist, entsprechend klein der Verdunstungskraft der Sonnenstrahlen.

In den Hygrometern besitzt man daher eine werthvolle Beihilfe für das Wetteranzeigungsvermögen des Barometers. Wenn nämlich bei Fallen des Barometers der Hygrometer eine geringere Befeuchtung des hygroscopischen Körpers (z. B. einer Darmseite, Haares, Holzes 2c.) anzeigt, so ist daraus der Schluß zu ziehen, daß die Wasserdünste in der Atmosphäre noch immer fortwährend durch die Sonneneinwirkung verflüchtiget werden. Hingegen Fallen des Barometers und steigender Befeuchtigungs-

grad der hygroscopischen Körper kündet sicher den baldigen Eintritt meteorischer Niederschläge an. Anderseits sagt auch der höhere Befeuchtigungsgrad eines Hycroscops beim Steigen oder hohem Stande des Barometers an, daß die größere Sonnenleuchtkraft denndoch noch nicht im Stande ist, die ganze in der Luft schwebende und auf der Erdoberfläche zu verdünstende Wassermenge zu verflüchtigen, resp. zu vergasen.

Im Frühjahr und im Herbst gilt das Barometer als unsicherer Wetteranzeiger. Der Grund davon liegt darin, daß in diesen Jahreszeiten ein größerer Wasserdunst- und Wasservorrath in der Luft und in dem Boden der Erde vorhanden ist, den die zu diesen Jahreszeiten normal schwächere Kraft der Sonnenstrahlen zu beseitigen nicht genügend in Stande ist. Was das Fallen und Steigen des Barometers im Sommer und was es umgekehrt bezüglich der Wärme im Winter zu bedeuten hat, haben wir oben schon erwähnt. Nur möchte ich schließlich noch hinzufügen, daß im Winter bei Fallen des Barometers der Schneefall gewöhnlich bei 1 — 4 Grad C. unter dem Gefrierpunkt, — bei Steigen des Barometers aber bei höheren, oft sehr hohen Kältegraden einzutreten pflegt. Während das erstemal beim Sinken des Barometers nämlich der Schneefall durch Süd- oder Südwestwinde herbeigeführt wird, herrscht bei Schneefall unter dem Steigen des Barometers Ost- oder Nordwind. Die durch den Mangel genügenden Sonnenstrahleneinflusses in Molekularausdehnung befindliche Luft der Polargegenden verursacht durch ihre Spannkraft einen Druck auf die in der Atmosphäre schwebenden Wasserdünste in dem Aequator näher liegenden Gegenden und zwingt sie zur Condensation und schlüßlichem Herabfallen in Schneeform auf die Erde.

Einfluß des Mondes auf die Witterung.

Der Einfluß des Mondes auf den Barometerstand sowie überhaupt auf die Witterung wird von den Meteorologen nach den statistischen Ergebnissen vieler Jahrzehende aus den meteoro-

logischen Annalen als sehr unbedeutend angegeben. Der Volksglaube oder vielmehr Aberglaube hingegen schreibt dem Monde in dieser Beziehung eine mächtige Einwirkung zu. Wenn man eine Parallele zieht zwischen der bedeutenden Einwirkung des Mondes auf das Meer, nämlich der Entstehung von Ebbe und Fluth kraft der Anziehung des Mondes auf das Wasser desselben, so ist die von den Meteorologen ausgesprochene Richtigkeit der Wirkung des Mondes auf das ihm näher gelegene Luftmeer unserer Atmosphäre gewiß ein auffallendes Ergebniß. So wenig ich gemäß meiner über die Entstehung von Ebbe und Fluth des Meeres gebildeten Ansicht*) dem Monde die beinahe ihm allein von den Physikern zugedachte Fähigkeit Ebbe und Fluth zu erzeugen zuerkenne, so wenig auch kann ich die Geringfügigkeit des Mondeinflusses auf die Witterung anerkennen. Nach dem Newton'schen allgemeinen Gravitationsgesetze ziehen sich zwar alle Körper und so alle Himmelskörper gegenseitig an. Nun ist aber gewiß, daß der größere, und wir wollen sagen der beiweitem größere den kleineren anzieht. Die Anziehungskraft des kleinen Körpers begründet zwar zugleich seine Fähigkeit von einem andern, größeren Körper angezogen zu werden. Das Resultat aber der gegenseitigen Anziehung bleibt immer, daß in der That der kleinere Körper von dem größeren angezogen wird, — daß der kleinere eine Locomotion gegen den größeren, nicht aber, daß der größere eine Locomotion zu dem kleineren hin macht. Luft- und Wassermeer gehören aber zur Totalität unseres Planeten, und es ist nicht einzusehen, wie das Wasser des Meeres, da es von der Erde angezogen wird, auch von dem Monde, von dem es weit entfernt, und entfernter als das Luftmeer ist, eine separirte thatsächliche Anziehung, eine Locomotion gegen den Mond bin, wie diese in Ebbe und Fluth erscheine, erleiden sollte können, ohne daß zugleich das Luftmeer, welches doch von dem Erdmittelpunkt als dem planetaren Anziehungscentrum weiter entfernt ist, als das Wassermeer, auch von dem Monde, dem es näher, eine that-

*) S. Physik. Briefe. Die Einwirkung des Sonnenlichtes auf unseren Planeten. S. 38—40.

sächliche Anziehung erleide. Wir verneinen aber die Behauptung sowohl daß der Planet Erde als der größere Körper durch die Anziehungskraft des Mondes als des kleineren Körpers eine Bewegung zu dem Monde hin mache, als auch daß die einzelnen Theile der Erde, wie das Luft- oder das Wassermeer durch die Anziehungskraft des Mondes eine Locomotion zu diesem hin erfahren, letzteres aus dem Grunde, weil Luft- und Wassermeer schon von der stärkeren Anziehungskraft des ihnen näheren Mittelpunktes der größeren Erde gefesselt sind. Wenn aber die Fluthbewegung des Wassermeeres ihren Grund in der Anziehungskraft eines andern Himmelskörpers haben sollte, so ist es gewiß die Sonne, von welcher als dem bei weitem größeren Körper die Erde und ihre Theile angezogen werden. Nun geht aber die Wirkung der Anziehungskraft der Sonne auf unseren Planet nicht von der Peripherie beider Himmelskörper, sondern von den Mittelpunkten beider aus, da ja auch der Mittelpunkt der Erde zugleich ihr Schwerpunkt ist. Anders bezüglich des Ausgangs- und Endpunktes ist es mit der Abstoßungskraft der Sonne, ihrer Leuchtkraft nämlich, welche von der Peripherie der Sonne, ihrer leuchtenden Atmosphäre ausgeht und auf die Peripherie der Erde trifft. Das Luftmeer ist der äußerste und erste Theil der Erde, welche von den Sonnenstrahlen berührt wird, und da die Luft das Sonnenlicht fortpflanzt, ist das Wassermeer der Erde in zweiter Linie der Einwirkung der Sonnenstrahlen preisgegeben. Sowie die Sonnenstrahlen primär auf die Luftmoleküle contrahirend wirken, und secundär auf das Wasser verdünstend, so wirken die durch die Luft fortgeleiteten Sonnenstrahlen auch primär oder direkte auf das Wassermeer resp. ihre Moleküle contrahirend und secundär die Gewässer von den Polargegenden gegen den Aequator hin treibend ein. Möglich ist hiebei, daß der Verlust des Wassers durch die Verdünstung während des Tages, welche in den Aequatorialgegenden größer ist als in den gegen die Pole hin gelegenen Regionen, ersetzt werden muß und dieser Ersatz den bei der Ebbe stattfindenden Hinfluß des Wassers von den Polen zu dem Aequator mitbedingt. Wir halten aber den contrahirenden Einfluß der direkten Wirkung der Sonnenstrahlen auf das Wassermeer für das Agens, das den größeren Antheil an der Bewerkstelligung

der Ebbe hat. Hört des Abends die contrahirende Wirkung der Sonnenstrahlen auf die Moleküle des Meeres auf, so können sich diese des Nachts wieder ausdehnen, und das Zurückströmen der Gewässer von dem Aequator gegen die Pole hin, die Fluth veranlassen. In den Aequatorialgegenden wie z. B. im Hafen von Tonkin und in Australien wechselt Ebbe und Fluth nur Einmal des Tages. Gegen die nördlichen Polargegenden hin ist der Wechsel von Fluth und Ebbe zweimal des Tages. Wir schrieben dieses zweimalige Erscheinen der Fluth in unserm citirten Briefe dem Umstande zu, daß die eine und erste der in unsern Meeren stattfindenden täglichen Fluthen ihren Ursprung in der Fortsetzung der Fluthwelle des atlantischen Oceanes, die zweite und andere aber ihren Ursprung in der Fortsetzung der Fluthwelle des indischen Meeres habe.

Daraus aber, daß das Eintreffen und die verschiedene Größe der Fluthwellen an den verschiedenen Meeresufern sich nach der Umlaufszeit der Mondes um die Erde mit Sicherheit im Voraus nach bestehenden Erfahrungen berechnen und bestimmen läßt, können wir dem Monde einen bestimmenden Einfluß auf Ebbe und Fluth nicht absprechen. Wir erklärten diesen Einfluß dadurch, daß die Reflexlichtstrahlen des Mondes die Lichtstrahlen der Sonne je nach dem Winkel, in dem sich beide treffen, in ihrer contrahirenden Wirkung auf das Wasser des Meeres bald schwächen bald stärken. Je mehr nämlich der Winkel, in dem sich Sonnen- und Mondlichtstrahlen treffen, einem Rechten sich nähert, desto mehr polarisiren und paralysiren sie sich. Dieses ist in den Quadraturen des Mondes der Fall, während welcher die Fluthen am kleinsten sind.

Unter gleichen Bedingungen erkennen wir einen Einfluß des Mondes auf das Luftmeer, und also auf die Witterung an. Nicht durch Anziehung wirkt der Mond auf unsere Atmosphäre, sondern durch die Sonnenstrahlen, welche er auf die Erde reflectirt. Er unterstützt die Sonnenstrahlen in ihrer Wirkung auf unsere Atmosphäre bei Vollmond, indem seine Reflexstrahlen die Lichtstrahlen der Sonne in einer geraden Linie treffen, in welchem Falle die Lichtstrahlen beider Himmelskörper ihren Fortgang ungehindert nehmen, wie zwei sich in gerader Linie kreuzende Wasserwellensysteme. Der Mond stört die

Wirkung der Sonnenstrahlen nicht bei Neumond, indem er gar kein Licht auf die Erde reflektirt. Der Mond vermehrt die Wirkung der Sonnenstrahlen bei wachsenden Monde, indem seine Reflexstrahlen die auf die Erde von der Sonne gesendeten Strahlen in einem spitzen Winkel treffen. Der Mond hebt aber die Wirkung der auf die Erde fallenden Sonnenstrahlen auf, wenn seine Reflexstrahlen diese in einem rechten Winkel in den Quadraturen treffen. Der Mond schwächt die Wirkung der Sonnenstrahlen auf die Erde, wenn seine Reflexstrahlen diese bei abnehmenden Monde in einem stumpfen Winkel treffen.

Abgesehen aber von dem stärkenden oder schwächenden Einfluß der Mondeslichtstrahlen auf die Lichtstrahlen der Sonne, je nachdem jene diese in einem spitzen oder stumpfen Winkel schneiden, hat die Zeit, in welcher der Mond seine Lichtstrahlen auf die Erde reflektirt, eine Bedeutung. Bei wachsenden und bei Vollmond nämlich setzt der Mond durch seine Lichtstrahlen nach Untergang der Sonne die Lichtwirkung auf die Atmosphäre, den Tag unmittelbar fort. Bei abnehmenden Monde aber fällt das Mondlicht erst auf ein und dieselbe Gegend der Erde, wenn die Sonne schon kürzere oder längere Zeit untergegangen ist, also erst nach einem Zwischenraum, in welchem schon wieder eine Reaktion in der Atmosphäre nach der bei Tag von den Sonnenstrahlen erfahrenen Wirkung eingetreten ist.

Da wir die Wirkung der Lichtstrahlen, seien sie von der Sonne oder dem Monde auf die Atmosphäre der Erde geworfen, in einer Contraction der Moleküle der aus einem Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff bestehenden Luft, und sofort in der secundären Folge dieser Volumsveränderung der Luftmoleküle, nämlich der Erhöhung der Temperatur unserer Atmosphäre und der Vergasung der in der Atmosphäre schwebenden Wasserdünste und der Verdunstung des tropfbarflüssigen Wassers des Bodens und der Flüsse und des Meeres erkennen; so folgt aus obigen Gründen, daß der Mond durch seine Lichtstrahlen während seines Wachsens und seines Vollseins den erwärmenden und Wasserverdünstenden Einfluß der Sonnenstrahlen unterstützet und zur Nachtzeit fortsetzt, bei abnehmendem Monde aber schwächt und nicht unmittelbar fortsetzt. Die Vergasung der in der Atmosphäre schwebenden Wasserdünste und die Austrocknung der

Erdoberfläche ist also bei wachsendem Monde größer als bei abnehmenden, die Möglichkeit des Eintretens heiterer Tage daher in jenen Mondsphasen größer als in diesen. Hingegen aber in den Fällen, wo der in der Atmosphäre schon schwebende Wasserdünstevorrath zu groß ist, als daß er gänzlich in Wassergas verwandelt und in den Intermolekularräumen der höheren Luftregionen gehalten werden könnte, wird bei wachsendem Monde durch die verstärkte Verdunstung der oberen Wolkenschichte leichter eine Condensation der unteren Wolkenschichte eintreten, und werden meteorische Niederschläge erfolgen können. Aus demselben Grunde wie bei Tag durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die oberen Wolkenschichten, werden auch die Mondlichtstrahlen bei Nacht plötzlich Regen hervorbringen. Insbesondere werden nach nächtlichem Mondenschein die Morgenthaue kräftiger auftreten und während dieser die Abkühlung wegen stärkerer Verdünstung der oberen von der Sonne eben bestrahlt werdenden Luftschicht eine bedeutendere sein. Deßhalb machen wir auch die Beobachtung nach mondhellen Nächten, daß die Morgen kälter sind, als wenn der Mond uns seine nicht von der Sonne bestrahlte Hälfte zeigt. Während der Nacht bedingt aber das Mondlicht eine höhere Temperatur, welche wir in unseren gemäßigten Zonen weniger fühlen, als die Bewohner der Tropenländer, unter welchen die Erwärmung der Mondlichtstrahlen so groß ist, daß sie fühlbar wird. Je mehr aber der Mond abnimmt, desto später geht er nach Sonnenuntergang auf, desto größer ist die Unterbrechung der Lichteinwirkung auf die Atmosphäre und die bei Tage durch das directe Sonnenlicht contrahirten Luftmoleküle nehmen nicht mehr von diesem und gar nicht von dem durch den Mond reflektirten Licht zur Contraction gezwungen und wieder sich ausdehnen könnend — wieder einen größeren Raum ein, dadurch wird der Zwischenraum zwischen den einzelnen Luftmolekülen wieder kleiner und das zwischen sie getretene Wassergas wird condensirt und endlich daraus — als Nebelbläschen oder Regentropfen — verdrängt. Bei gleich großer Menge von in der Luft enthaltenen Wassergas ist daher bei abnehmendem Monde die Wahrscheinlichkeit des Eintretens meteorischer Niederschläge größer als bei wachsenden Monde, und die Andauer derselben eine längere.

Bei abnehmendem Mond treffen also zwei Umstände zusammen, welche die Quantität der auf die Erde fallenden directen und reflektirten Lichtstrahlen und daher auch die Wärme und die Vergasung der Wasserdünste in der Atmosphäre vermindern, nämlich indem der Mond längere oder kürzere Zeit auf eine bestimmte Gegend nach Sonnenuntergang gar kein Licht wirft, und zweitens, daß bei Tage die von dem Mond reflektirten Lichtstrahlen einen Theil der Sonnenstrahlen dadurch vernichten oder schwächen, daß sie diese in einem rechten oder stumpfen Winkel treffen. Bei der ersten Quadratur des Mondes wirkt der Mond bei Tage auf einen Theil der Sonnenstrahlen vernichtend ein, aber bei Nacht macht er diesen Schaden wieder gut, indem er die Lichtwirkung der Sonne fortsetzt, wenn diese auf eine bestimmte Gegend keine direkten Strahlen mehr sendet.

Wir sind demgemäß keineswegs der Ansicht, daß der Mond auf die Witterung gar keinen Einfluß habe, sondern vindiciren ihm denselben Einfluß auf unsere Atmosphäre, das Luftmeer, wie er ihn auf das Wassermeer bei den Vorgängen der Ebbe und Fluth besitzt. Hier wie dort befördert und erhöhet der Mond entweder durch seine Lichtstrahlen die Einwirkung der Sonnenstrahlen, oder er mindert oder beeinträchtiget letztere. Nur ist die Folgerung, die in unsern Kalendern stereotyp geworden ist, daß nämlich jeglicher Eintritt einer neuen der vier Mondsphasen eine Aenderung der Witterung zum Schlechten oder zum Guten hervorbringe, eine alberne und an blinden Aberglauben stoßende. Die statistischen Zusammenstellungen von Witterungsveränderungen bei Eintritt je einer Mondphase von noch so vielen Jahren haben daher in der Hauptsache kein aufklärendes Resultat gegeben, ein und dieselbe Witterung oder Witterungsveränderung findet sich bei dem Eintritt jeglicher vier Mondphasen beinahe gleichzahlig vertreten. Aber daraus auf einen Nichteinfluß des Mondes auf die Witterung schließen zu wollen, zeigte von Mangel gründlicher Einsicht in der Meteorologie, welcher entspreche der Größe des seit Jahrhunderten in den Kalendern niedergeschriebenen Aberglaubens an das Eintreten von Witterungsveränderung bei dem Eintreten einer neuen Mondphase. Wir getrauen uns aber zu behaupten, daß bei gleichem Wassergehalt der Atmosphäre zur Zeit des wachsenden Mondes

die Möglichkeit der Vergasung der atmosphärischen Wasserdünste und der Erscheinung heiteren Himmels eine größere ist, als bei abnehmendem Mond, daß sie am größten ist bei Vollmond und am geringsten bei dem letzten Mondviertel.

Wir können in manchen Jahren die Beobachtung machen, daß ein paar Wochen hindurch Regenwetter, und ein darauf folgender Cyclus eben so vieler Wochen ungefähr schöne Witterung herrscht. An solchen typischen Wechseln der Witterungsbeschaffenheit möchte aber nicht der Mond durch den Einfluß seiner Reflexstrahlen die Schuld tragen, sondern diese in der bald mindern bald stärkern Leuchtkraft der Sonne selbst liegen. Die Sonne nämlich dreht sich bekanntlich auch um sich selbst, und vollendet diese Umdrehung ohngefähr in 25½ Tagen. Sie verändert also jeden Tag die uns zugewendete Hälfte ihrer Oberfläche, indem ein Abschnitt des Einen Randes für uns unsichtbar und ein neuer Abschnitt am andern Rand sichtbar wird. Besitzt nun die eine Hälfte oder irgend ein Theil der ganzen Oberfläche der Sonne geringere Leuchtkraft als der andere Theil, befindet sich an irgend einer Stelle derselben keine Lichtausstrahlung, ist ein Sonnenfleck, oder sind Sonnenflecke vorhanden, so wird, wenn eine Zeitlang hindurch, die uns zugewendete Sonnenhälfte Flecken zeigt, wegen verminderter Lichtausstrahlung mehr Regenwetter herrschen, und wenn die Sonne uns ihre fleckenlose Hälfte zuwendet, die Vergasung der atmosphärischen Wasserdünste bedeutender und die Möglichkeit heiteren Wetters größer sein. Die Größe und Anzahl von Sonnenflecken oder die geringere oder größere Leuchtkraft der Sonne ist wahrscheinlichst auch die Bedingung zu nassen oder trockenen Jahrgängen.

Elasticität, Ermüdung und Schlaf.*)

Elasticität ist die Fähigkeit eines Körpers oder Massentheilchens, nach irgend einer Richtung, sei es in die Länge, Breite oder

*) Sich anreihend an: Empfinden, Denken und Wollen, s. Phys. Briefe 1858 pag. 85.

Tiefe erlittenen Ausdehnung sich wieder zusammenzuziehen, oder nach erlittener Zusammendrückung sich wieder auszudehnen. Wirkt eine ausdehnende Molekularkraft auf die Massentheilchen, so müssen sich diese selbst ausdehnen. Wirkt aber eine ausdehnende mechanische oder Massenkraft auf eine Körpermasse, so dehnen sich die Massentheilchen zwar nicht selbst aus, aber es muß ihre Zusammenhangskraft, d. i. ihre auf Zusammenziehung beruhende gegenseitige Anziehungskraft überwunden werden, welche nach Aufhören der äußern ausdehnenden Kraft wieder in ihre vorige Wirksamkeit eintritt. Unter gleichen Verhältnissen, z. B. ein und derselben Temperatur, sind Körper mit weniger zusammengezogenen Massentheilchen wie Luft, Flüssigkeiten, Gummiharze, leichter auszudehnen, als Körper mit mehr zusammengezogenen Molekülen. Körper mit mehr zusammengezogenen Molekülen, feste Körper, werden aber zur Ausdehnung fähiger gemacht, wenn die Zusammenhangskraft ihrer Theilchen verringert wird. Letzteres geschieht dadurch, daß man nach irgend einer Richtung hin ihre Masse verringert, weil ja die Größe der Zusammenhangs- oder der gegenseitigen Anziehungskraft von der Summe der sich gegenseitig anziehenden Massentheilchen abhängt.

So wird das Eisen oder vielmehr der harte Stahl elastischer oder der Quere nach dehnbarer oder biegsamer, wenn er zu einem dünnen Bande gehämmert wird, und so auch Holz und Bein, wenn sie in dünne Blätter geschnitten werden. Auf welche Fläche der Stahlfeder mehr Massentheilchen bei ihrer Präparation sich anhäufen, gegen diese biegt sie sich von selbst, — auf dieser ist ja die Summe der Anziehungskräfte die größere, weil auch die Summe der anziehenden Theilchen größer. Bei starker und lange andauernder Ausdehnung fester Körpermassen werden die Moleküle von einander getrennt. In die momentanen Zwischenräume je zweier von einander aus ihrem Zusammenhang gerissenen Moleküle treten Moleküle der den festen Körper zufällig umgebenden Medien, z. B. von Luft oder Wasser. Nach dem Aufhören der den festen Körper ausdehnenden Gewalt bleiben die Luft- oder Wassermoleküle in den Zwischenräumen eingedrängt. Durch diese Eindringlinge verliert der feste Körper (z. B. die Stahlfeder) an seinem Wie-

derzusammenziehungsvermögen, an seiner Elasticität, — er bleibt ausgedehnter als ehevor.

Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung, daß durch oft wiederholtes Ausdehnen die Körper an ihrer früheren Elasticität verlieren. Denn an der Wiedervereinigung zweier von einander momentan getrennter Massentheilchen hindern sie die in ihre Trennungszwischenräume getretene Luft- oder Flüssigkeitsmoleküle, als wie zwei polirte Platten, wenn sie nicht sorgfältig haargenau auf einander geschoben, um das Inzwischentreten der Luft zu vermeiden, sondern nur ohne diese Beachtung aufeinander gelegt werden, nicht aneinander hängen, adhärirt bleiben, wie es auf jene sorgfältige Weise möglich gemacht wird. Mit dem Verluste an Elasticität haben die gedehnten Körper durch die fremden Eindringlinge nothwendiger Weise an Volumen und Gewicht zugenommen.

Wie bei den unorganischen Körpern so ist es auch der Fall bei dem organischen Gewebe der Pflanzen und Thiere. Wenn durch das Sonnenlicht die Pflanzenzellen, oder durch den in den Capillargefäßen sich ausdehnenden Sauerstoff der Blutkügelchen die selbstständigen Zellen des Thierleibes in Zusammenziehung gebracht werden, so dehnen sich bei diesem Contractionsact bei der Intermission der Lichtvibration oder bei der Contraction der aus dem Blutkügelchen sich losscheidenden Stoffelemente die Zellen der Pflanzen und die Zellen des Thierleibes wieder aus und zwar um so stärker, als sie vorher contrahirt wurden. Bei dieser Ausdehnung nun der Zellen trennen sich einzelne Moleküle der Zellenhaut von einander, und durch die momentanen Zwischenräume je zweier Moleküle dringt aus dem Blut erstens der flüssige Nahrungsstoff in die Zelle hinein, und zweitens bleiben bei der Wiederzusammenziehung der Zellenhaut in den Zwischenräumen selbst zwischen je von einander getrennten Molekülen, Massentheilchen aus dem Blutnahrungsstoff eingeklemmt.

Diese eingeklemmten Massentheilchen bilden den sogenannten Ablagerungsstoff, und vergrößern die Masse, das Volumen und das Gewicht der selbstständigen Zellen. An den Pflanzenzellen besteht dieser Intermolekularabsatz in der Holzfaser, — an den thierischen Zellen in dem Bindestoff, der Knorpelsubstanz und

der Knochenerde. Je öfter eine organische Zelle sich ausdehnt, je länger sie also sich nährt und lebt, desto mehr Intermolekularablagerung hat in den Zellenmembranen statt gefunden, aber mit der Zunahme des Ablagerungsstoffes hat auch die Elasticität der Zelle, ihre Wiederausdehnungs- und Zusammenziehungsfähigkeit abgenommen. Ist diese Fähigkeit Null oder beinahe Null geworden, so kann die Zelle nicht mehr leben, wird starr und stirbt ab. In solchem Fall befindet sich das Blatt, welches vom Baume fällt und es ist die auf den höchsten Grad gebrachte Verringerung der Zellenelasticität die Ursache des natürlichen Absterbens des Thieres, des Marasmus. Mit je mehr abgelagertem Stoff die Zellenmembranen belastet sind, desto weniger elastisch sind die Organe, welche aus ihnen zusammengesetzt sind.

Junge Bäume sind biegsam, alte leicht brüchig, jene haben wenige, diese mehr Holzfaser in ihren Zellen abgelagert. Die Knochen der Greise brechen um vieles leichter und häufiger ab, als die Knochen der Kinder und Jünglinge. In den Knochenzellen dieser hat sich noch weniger Knochenerde an die Wände der Knochenzellen abgelagert, diese haben noch einen großen Reichthum flüssigen Zelleninhaltes, in den Knochenzellen der Greise ist mehr abgelagert und von dem flüssigen Zelleninhalt existirt beinahe gar nichts mehr. Der flüssige Gehalt der selbstständigen Zellen bestimmt aber die größere oder geringere Elasticität derselben und der aus ihnen zusammengesetzten Organe. Der Mangel an flüssigem Gehalt der Zellen eines an Marasmus leidenden Menschen macht sie weniger elastisch, d. i. schwerer ausdehnbar und zusammenziehungsfähig. Die durch die Blutkügelchen an die selbstständigen Zellen gelangenden Sauerstoffatome reichen mit ihrer Anregung nicht mehr aus, jene in diejenige Contractions- und Expansionsthätigkeit zu versetzen, welche nöthig für die Zellen ist, Nahrungssaft in sich aufzunehmen. Daher kommt es, daß an Marasmus Leidende eines Theiles abmagern, andern Theiles an relativem Blutüberfluß leiden, — denn aus ihrem Blut werden ja keine Nahrungstheile mehr abgezogen, — und oft apoplektischen Anfällen unterliegen, zu denen sie früher in ihrem Mannesalter und ihrer Jugend keine Anlage hatten. Sowohl wegen der geringeren Elasticität der organischen Zellen alter Leute an und für sich, als auch wegen

der dadurch bedingten Ernährungs- und Stoffersatzfähigkeit derselben ist auch die Arbeitskraft im vorgerückten Alter eine geringere und tritt Ermüdung früher ein als in der Jugend.

Ermüdung ist der Zustand des Eintrittes der Unfähigkeit des Muskels, der Anziehung des Nervenstromes durch Zusammenziehung zu folgen, oder das Gefühl dieses Zustandes. Je andauernder und unausgesetzter ein Muskel in Contraction erhalten wird, desto mehr leiden seine Zellen Verlust an flüssigen die Elasticität befördernden Theilen, denn es ist bekannt, daß während seiner (künstlich oder absichtlich hervorgerufenen) Zusammenziehung der Muskel Fleischsaft absondert. Bei einem gewissen Grad von Zusammenziehung beim Tragen einer schweren Last hört die Möglichkeit der Muskelzelle, sich noch mehr und länger zusammenzuziehen, momentan auf, der Muskel kann nicht mehr dem anziehenden Nervenstrom durch fortgesetzte Contraction folgen, die Continuität des Nervenstroms wird mit dem Muskel unterbrochen, der Muskel verfällt der Schwere mit der Last, die er getragen, der centripetale Nervenstrom wird durch dieselbe Anziehung, welche die Last zu Boden fallen macht, in einen centrifugalen electrisch gewordenen Strom umgewandelt, bei welchem der Muskel als gleichsam anorganisches Leitungsglied dienen muß, — die Vermittlungsnervenzellen (der in die Mitte des Gehirns und Rückenmarks gebetteten grauen Masse) werden hiedurch aus der Zusammenziehung in Ausdehnung versetzt, diese Ausdehnung verursacht folgegemäß eine Zusammenziehung der auf der Oberfläche des Gehirns gelagerten Empfindungs- und Willensnervenzellen, — so daß dieselben empfinden, statt wie ehevor zu wollen und zu handeln, und dieses Empfinden nennt man Ermüdung. Konnte man den dem anziehenden Nervenstrom gehorchenden sich zusammenziehenden Muskel mit einem Electromagnet vergleichen, so ist es jetzt erlaubt, zu sagen: Das Eisen des Electromagnets hat sich in einen Kupferdraht verwandelt, der Electromagnet ist Inductionsdraht geworden, welcher einen electrischen Strom in entgegengesetzter Richtung des Einströmens des primären Stromes bei dessen letzterem Aufhören an sich bemerkbar macht.

Dem Zustande der Ermüdung folgt der Schlaf, das Verlorengehen des Bewußtseins. Die innere Mechanik des Schlafes

sagt Valentin, ist noch gänzlich unbekannt. Ich möchte sie in folgende Vorgänge legen. Durch die bei der Ermüdung stattfindende Ausdehnung der Vermittlungsnervenzellen (in der Mitte des Gehirns und Rückenmarkes) wird sowie zu den Nervenzellen an der Oberfläche des großen Gehirns, also auch vermöge der verbindenden Leitungsnerven zu den Nervenzellen des kleinen Gehirns ein hinzugehender oder positiver Nervenstrom erzeugt, welcher die getroffenen Nervenzellen sowohl des kleinen als großen Gehirns in Contraction versetzt. Werden aber gleichzeitig diese Nervenzellen beider Gehirne in Contraction versetzt, so kann zwischen ihnen beiden (als gleichen Polen) kein Nervenstrom in den sie beide verbindenden Leitungsnerven stattfinden. Dadurch ist aber auch das Bewußtsein von einer Körperbewegung, welches ja durch Nervenströmung zwischen dem großen und kleinen Gehirn erhalten wird, aufgehoben, und es ist derjenige Zustand eingetreten, den man Schlaf nennt. Während des Schlafes findet wohl Muskelbewegung und Empfindung statt, jedoch weder diese noch jene kommt während des Schlafes zum Bewußtsein. Sehr müde Menschen, wie Kinder und Soldaten auf dem Marsche können schlafen während des Gehens. Das Zusammenkauern der Schlafenden, das Stehen der Thiere während des Schlafes, das Sichfestklammern und Hängen schlafender Vögel an festen Gegenständen sind active Bewegungen, Muskelcontractionen. Während des Schlafes erfolgt auf einen gegebenen Reiz eine Bewegung des Körpers als Antwort, wovon der Schlafende nichts weiß. Alle Empfindungen und Bewegungen des Körpers während des Schlafes sind und bleiben für das Bewußtsein verloren. Nervenfieberkranke, welche an sopor, krankhaftem Schlaf oder Betäubung litten, haben keine Kenntniß ihres Zustandes während des Sopors, hat dieser auch noch so lange gedauert. Nur des Eindrucks, den sie unmittelbar vor dem Eintritte der Betäubung erlitten, werden sie sich bei dem Erwachen aus dieser wieder bewußt, sowie ein Schlafender mit dem Gedanken wieder aufwacht mit dem er eingeschlafen, während er von der Zeit und den Ergebnissen während seines Schlafes nichts weiß.

Der magnetische Schlaf wird erzeugt, indem der Mag-

netiseur durch Berührung des zu Magnetisirenden wie die Schwere einer Last für den ermüdenden Muskel oder wie das Eisen für die Magnetnadel eine Anziehung abgibt, in Folge welcher im Magnetisirten eine centrifugale Nervenströmung hervorgerufen wird, die Vermittlungsnervenzellen in Mitte des Gehirns und Rückenmarkes ausgedehnt, hiedurch die Nervenzellen der Oberflächen des kleinen und großen Gehirns contrahirt werden, und die Stromleitung zwischen diesen beiden in den sie verbindenden Leitungsnerven aufgehoben wird. Im magnetischen Schlaf gibt der Mensch Antwort auf an ihn gestellte Fragen, ohne seiner Rede bewußt zu sein oder zu werden. Die Antworten der magnetisch Schlafenden entsprechen aber dem Gedankenvorrath desselben, sind Bruchstücke der Erinnerung, und sind mit Körperbewegungen zu vergleichen, die der Mensch oder ein Thier macht, wenn er an irgend einer Stelle gereizt wird, wie z. B. er die auf sein Haupt gelegte fremde Hand mit seiner Hand zu entfernen sucht, ohne davon zu wissen. An dieses bewußtlose Bewegen auf zufällige Reize reiht sich auch das Thun und Treiben der Schlafwandler an. Diese haben sowie jeder Schlafende kein Bewußtsein von ihrer Handlung, also auch keine Furcht und machen Gänge, die wachend nur ein gänzlich Furchtloser mit keckem Muth geht. Wie der Soldat im Marsche zu schlafen sich gewöhnt, so kann es kommen, daß sensitive und leicht erregbare Menschen durch zufällige oder absichtliche äußere Anregung oder auch durch innere Anregung, die Träume nämlich, zum Wandeln und Handeln im Schlafe sich gewöhnen. Der Träumende spricht und bewegt sich ohne äußere Anregung.

Der Traum entsteht bei nicht vollem Schlafe, während des Einschlafens und vor dem Erwachen und also bei eben verschwindender oder eben wiederkehrender Nervenstromleitung zwischen den Nervenzellen des großen und kleinen Gehirns. Träume sind Gedankenbilder bei geschwächtem oder theilweisem Bewußtsein. Die Nervenzellen des Gehirns sind wegen abnehmender oder noch nicht völlig hergestellter Elasticität durch Ermüdung schon oder noch zusammengezogen und nur noch mehr schwach ausdehnbar, daher auch die Nervenströmung zwischen den Nervenzellen des großen und jenen des kleinen Gehirns eine schwache

ist. Von außen auf den Schlafenden einwirkende Reize oder Vorgänge im Leibe, wie sie die Statik des wallenden Blutes, gehemmte Respiration, beschwerliche Verdauung, Anhäufung von Secretionen ꝛc. hervorrufen, werden von den Nervenzellen des großen Gehirnes bei ihrer größeren Zusammenziehung nicht so empfunden, als wie sie der Wachende fühlen würde, ich möchte vergleichweise sagen, sie werden wie Töne um eine Terze, Quinte oder Octave zu hoch empfunden, weil wie die höher gespannte Saite einen höheren Ton, so die ermüdete mehr zusammengezogene Empfindungszelle eine höhere, potenzirte Empfindung, den Grund des Traumtrugbildes abgibt. Sowie aber die Empfindung eines erlittenen Reizes im Schlafe eine höhere, potenzirte ist, so ist dagegen die auf die Empfindung folgende Reaction, die auf die Contraction folgende Expansion der Nervenzellen des großen Gehirnes eine mindere, depotenzirte, weil ja die ermüdete oder noch nicht ausgeruhte, noch nicht restaurirte Nervenzelle den gehörigen Grad von Elasticität, Wiederausdehnbarkeit noch nicht erreicht hat. Diese geringere Willensäußerung wird durch die Vermittelungsnervenzellen und die Leitungsnerven dem kleinen Gehirn mitgetheilt, welches den Empfindungsnervenzellen des großen Gehirns wieder davon Nachricht gibt, und die Empfindung der Ohnmacht seines Willens gegen die potenzirte Empfindung des erleidenden Reizes bringt die Angst und Sorge im Traume hervor. Ein durch die zufällig ungünstige Lage unseres Körpers während des Schlafes hervorgebrachtes schweres Athmen empfindet der Träumende als einen Act der Erdrosselung von Mördershand oder als den Druck einer schweren Last auf die Brust, — er will sich gegen den Mörder vertheidigen, die Last von sich wenden, er fühlt aber, er kann es nicht, es überwältigt ihn die Angst, er will Hilfe rufen und fühlt, daß er nicht schreien kann. Letzteres bringt er oft zu Stande im Momente des Erwachens, also im Momente der Wiederkehr der hinreichenden Elasticität der Nervenzellen des Gehirns.

Schlaf und Träume werden auch durch Krankheit oder künstlich hervorgerufen. Ein Druck ergossenen Blutes auf die Gehirnmasse bei Schlaganfällen oder bei Kopfverletzungen kann die Leitung zwischen dem großen und kleinen Gehirn aufheben.

Eine beschleunigte oder vermehrte Blutbewegung an der Oberfläche des Gehirns bei Fieber und Hirnhautentzündungen verursacht Delirien; — und weingeistige, ätherische und narkotische Stoffe, durch unmittelbares endosmotisches Eindringen und durch die Blutcirculation mit den Gehirnnervenzellen in Berührung gebracht, verursachen Betäubung und Schlaf, Delirien und Träume. Ich nehme gemäß meines Ideenganges keinen Anstand mehr zu behaupten, daß die sogenannten schlafmachenden, beruhigenden oder betäubenden Stoffe dadurch den Schlaf oder schlafähnlichen Zustand erzeugen, daß sie, d. i. ihre Moleküle, bei der Berührung mit den Nervenzellen durch ihre Ausdehnung oder Zusammenziehung diese zur Zusammenziehung oder Ausdehnung nöthigen. Alle Nervenzellen aber zu ein und derselben Zeit zur Contraction oder Expansion gebracht, hebt alle Nervenströmung auf, es ist ja die Polverschiedenheit aufgehoben, Poleinigkeit an deren Stelle getreten — Ruhe und Schlaf muß herrschen.*)

Dynamik der Nerven.

Wenn der Nerve eines Muskels durchschnitten ist, so kann das Thier oder der Mensch mit diesem Muskel keine Bewegung hervorbringen. Ein beständiger Druck auf einen Nervenstamm, auf das Rückenmark oder auf das Gehirn verursacht Lähmung der Muskeln, welche von diesen ihre Nerven erhalten. Es ist daher außer allem Zweifel, daß die Contraction der Muskeln und also die Bewegung mittels der Muskeln nur durch den Einfluß der Nerven auf die Muskel hervorgebracht wird. Wenn ferners ein von seinen Nerven getrennter Muskel mit einem Electricität ausströmenden Körper in Berührung gebracht oder der Wirkung eines electrischen Stromes ausgesetzt wird, zieht sich der Muskel wieder zusammen. Eine Muskelcontraction

*) Zuerst veröffentlichet im Abendblatt z. Neuen Münchner Ztg. 1858. Nr. 238 u. 239.

entsteht aber sogar bei unverletzten Nerven ohne Willenseinfluß oder gegen den Willen, wenn ein Muskel faradayisirt, d. i. der Wirkung eines Induktionsstromes eines electro-magnetischen Apparates ausgesetzt wird. Dieser letztere verursacht also in einem Muskel dasselbe, was der Nerveneinfluß vermag, nämlich Muskelcontraction. Es ist daher erlaubt, bei Vergleichung dieser beiden Einflüsse an eine Aehnlichkeit des Nervenagens mit dem electrischen Agens, des Nervenfluidums mit dem electrischen Fluidum zu glauben. Es unterliegt ebenfalls keinem Zweifel, daß die Nervenfaser, aus welchem organischen Elemente die alsogenannten Nerven, die weißen Stränge des Rückenmarkes und die weiße Masse des Gehirnes bestehen, die Leiter der Nerventhätigkeit, des Nervenagens, der Nervenströmung oder mit welchem Namen man die Art des Nerveneinflusses auf die übrigen Organe insbesondere die Muskeln belegen mag, sind. Die Quelle aber der Nerventhätigkeit, gleichsam die Nervenelectricität aussendenden Organe sind die Nervenzellen, in dem Gehirn, dem Rückenmark und in den im Körper vielfach zerstreut liegenden Ganglien die graue Nervenmasse ausmachend. Als die nächste Ursache der Nerventhätigkeit, der electrischen Bewegung der Nervenzellen erkennen wir analoge der Electricität todter oder unorganischer Körper die Ausdehnung einerseits, und die Zusammenziehung anderseits der Nervenzellen selbst, und nennen eine durch die Contraction der Nervenzellen in den mit ihnen in Verbindung stehenden Nerven hervorgebrachte Strömung einen Anziehungs- oder negativen Nervenstrom, — und eine durch die Expansion der Nervenzellen in den mit ihnen verbundenen Nerven erzeugte Strömung einen Abstoßungs- oder positiven Nervenstrom.

Sowie ein in Molekularausdehnungszustand befindlicher oder positiv-electrisch thätiger Körper der todten oder anorganischen Natur, wenn er mit einem andern nicht in demselben Bewegungszustand befindlichen Körper in Berührung oder mittels eines guten Leiters in Verbindung gebracht wird, in diesem eine Molekularcontraction oder die negativ-electrische Thätigkeit hervorruft, so der Analogie gemäß glauben wir, daß auch eine Expansion der Nervenzellen des einen Ganglions (einer abgegrenzten Masse von Nervenzellen) mittels der Leitung der von

ihm ausgehenden und zu einem andern Ganglion hingehenden Nerven in diesem letzteren eine Contraction der Nervenzellen hervorruft, und so umgekehrt, daß die primäre Contraction der Nervenzellen des einen Ganglions mittels Nervenleitung in den Nervenzellen eines andern Ganglions eine secundäre Expansion hervorzurufen im Stande ist.

Ferners glauben wir, daß ein durch die Contraction der Nervenzellen eines Ganglions in einem von diesem aus und zu einem Muskel hingehenden Nerven erregten Anziehungs- oder negativ-electrischen Nervenstrom die Muskel zur Contraction bringt, und dieser sich ähnlicher Weise in einem von uns sogenannten neurotonischen Zustande, sowie ein electromagnetisirtes Eisen in dem von Faraday sogenannten electrotonischen Zustande sich befindet; — und so im Gegentheil, daß ein durch die Expansion der Nervenzellen in dem von dem Ganglion aus- und zu einem Muskel gehenden Nerven erregter Abstoßungs- oder positiv-electrischer Nervenstrom eine Erschlaffung oder Lähmung des Muskels hervorbringt.

Eine Expansion endlich der Nervenzellen, so glauben wir, bringt primär im Gehirne des Menschen oder Thieres der Wille desselben, und es bringet primär sowohl eine Contraction als eine Expansion irgend jeder Nervenzelle des thierischen Leibes ein von außen her dieselbe berührender sich expandirender oder contrahirender Körper oder Körpertheil hervor.

Ehe wir in der Erörterung der Nerventhätigkeit, der Dynamik der Nerven oder der Lehre von den Nervenkräften weiter gehen, sei es erlaubt, einen kurzen Ueberblick auf das Nervensystem des menschlichen Organismus zu werfen. Die meiste Aehnlichkeit mit dem Nervenapparat der niedersten Thiere, bei denen ein Nervensystem vorhanden ist, hat von dem Nervensystem des menschlichen Leibes jener Theil, der nervus sympathicus genannt wird. An jeder Seite längs der Wirbelsäule vom Kopfe bis zum Kreuze liegend bildet er eine Reihe von Nervenzellenhaufen, Knoten oder Ganglien, welche aneinander durch Leitungsnerven gekettet, und einerseits mit dem Gehirn und Rückenmark und anderseits mit einer Anzahl anderer in den Organen des Gesichtes, Halses, der Brust, des Bauches und des Beckens gelegenen Nervenganglien verbunden sind. Es

scheint mir die Bildung der sympathischen Nerven die früheste und mit der Bildung der Keimzelle nach der Befruchtung zu gleicher Zeit begonnene zu sein. Sein Einfluß scheint auf das Bindegewebe des ganzen Leibes sich auszudehnen. Die andere mit ihm verbundene Gruppe von unter sich durch Nervengeflechte in Verbindung stehenden Nervenganglien der Organe des Gesichtes, Halses, der Brust und des Unterleibes hat zum Ziele ihres Einflusses die Muskeln der unwillkürlichen Bewegungen des Organismus. Zu dieser Gruppe der Nervenganglien für die unwillkürlichen Bewegungen scheinet in Beziehung zu stehen ein drittes System von äußerst kleinen Nervenganglien an der Peripherie der Reproductionsorgane, in den aus sogenannten selbstständigen Zellen bestehenden Membranen, insbesondere der Schleimhaut des Verdauungsapparates. Während das letztere System der kleinen peripherischen Nervenganglien, den Ausscheidungsprozessen, der Assimilirung der Nahrungsstoffe und der Aufsaugung vorstehen, beherrschen die Nervenganglien der Muskeln der unwillkürlichen Bewegung die Einführung, Fortbewegung, und die Ausführung der Nahrungs- und Secretionsstoffe einestheils, anderntheils die Circulation des Blutes sowohl nach außen, um es mit der Luft zum Zwecke der Aufnahme des Sauerstoffes und Ausscheidung der überflüssigen Kohlensäure in Berührung zu bringen, als auch nach innen, um jeder organischen Zelle Nahrung und Lebensluft zu verschaffen. Das System der sympathischen Nervenganglien beherrscht das Leben jeder einzelnen Zelle des die Grundlage des Leibes ausmachenden Bindegewebes, ist die Ursache der Elasticität der organischen Zellen. Sehen wir das System der sympathischen Nerven als den Mitteltheil des Nervensystems unseres Leibes überhaupt an, so bilden die Ganglien der Muskeln der unwillkürlichen Bewegung und die kleinen peripherischen Ganglien die eine äußere Hälfte des Nervensystems, welche die Beziehung des Leibes zur Außenwelt, seine materielle Wechselwirkung mit der materiellen Außenwelt bestimmt. Die andere mit dem sympathischen Nerven in nächster Verbindung stehende innere Hälfte des ganzen Nervensystems bildet das Rückenmark und das Gehirn, welche der willkürlichen Bewegung und der bewußten Empfindung vorstehen. Wollte man das Gehirn und Rückenmark schematisch

darstellen, so könnte man drei aufeinander liegende Theile sich vorstellen, einen oberen, einen mittleren und einen unteren, das Oben dem Rücken, das Unten dem Bauch entsprechend. Der untere Theil bestünde aus der Summe aller Empfindungs- und aller willkürlichen Bewegungsnerven, der mittlere aus einer Nervenzellen- oder Ganglienmasse, mit welcher einerseits und von unten her alle Empfindungs- und alle motorischen Nerven, und anderseits und von oben her alle von dem großen und kleinen Gehirn herkommenden Nerven in Berührung stehen. Den oberen Theil bildet das große und kleine Gehirn, zwei von einander getrennte Massen von Nervenzellen, welche jedoch sowohl unter sich als mit dem Rückenmarksnervenzellen durch Leitungsnerven in Verbindung stehen. (Das Rückenmark hört in der That nicht mit dem verlängerten Marke auf, sondern es gehören alle die Basis des ganzen Gehirns bildenden Partieen und die Hirnknoten wesentlich dem Rückenmarke an, und es beschränken sich die eigentlichen Gehirnfunktionen auf den Mantel beider Hirne.)

Nach diesem gedrängten und mehr schematischen Ueberblick über das Nervensystem unsers Organismus sei es erlaubt, in der Erörterung der auf Mechanik begründeten Theorie über die Funktionen des Nervensystems, der Dynamik der Nerven fortzufahren. Beginnen wir mit der Empfindung. Empfindung ist die Wahrnehmung aller Eindrücke, die unser Leib von außen erleidet. Jeder Eindruck oder Stoß von außen hat nothwendig eine Contraction derjenigen organischen Zellen zur Folge, welche von dem stoßenden oder drückenden Außenkörper getroffen werden. Von der Empfindung unterscheidet der gewöhnliche Sprachgebrauch das Gefühl, welches die Wahrnehmung einer größeren oder geringeren Expansion der organischen Zellen ist in Folge, daß unser Leib oder seine einzelnen Theile einer Raumfreigebenden oder anziehenden Bewegung außer uns gelegener Körper ausgesetzt ist: das Gefühl von Wärme höheren oder niederen Grades. Generell läßt sich die Empfindung definiren als die Wahrnehmung der Contraction oder Expansion der organischen Zellen als Folge von außen auf unsern Leib oder seine Theile contrahirend oder expandirend wirkender Kräfte. Die Wahrnehmung des Lichtes, des Schalles, des Geschmackes und Geruches beruhet auf einer Contraction der peri-

pherischen Zellen unserer Sehhaut in Folge des Stoßes der Lichtstrahlen, — unseres Gehörorgans in Folge des Stoßes der Schallwellen, — unserer Zungen- und Gaumenschleimhaut in Folge der auf derselben sich expandirenden, verflüssigenden festen Stoffe, — und unserer Nasenschleimhaut in Folge der Expansion sich verflüchtigender, sogenannter Riechstoffe. Die Contraction der peripherischen Zellen unserer Sinnesorgane in Folge dieser speciell auf sie vermöge ihrer Construktion wirkenden Agentien, sowie die Contraction der Zellen aller übrigen Organe unseres Leibes in Folge mechanischen Berührtwerdens von Außen veranlaßt nun in den mit ihnen in Verbindung stehenden Empfindungsnerven einen von dem Rückenmarksnervenzellen her zu den contrahirten peripherischen Zellen gehenden, einen negativen oder Anziehungs-Nervenstrom, und zugleich eine Expansion der mit den leitenden Empfindungsnerven in Berührung stehenden Rückenmarksnervenzellen. Diese Expansion der Rückenmarksnervenzellen verursacht erstens einen Abstoßungs- oder positiven Nervenstrom in den von jenen zu den Nervenzellen der Peripherie des großen und kleinen Gehirnes gehenden Leitungsnerven, und zugleich eine Contraction der Nervenzellen beider Hirne. Auf der Contraction der Gehirnnervenzellen beruht nun die Wahrnehmung der äußeren Eindrücke, — denn mehr als eine Vermuthung darf man sagen ist es, daß der Geist, so lange er an den Leib, aus dem er sich herausentwickelt, gefesselt ist, seinen Sitz in der Gesammtheit der Gehirnnervenzellen hat. Die vorhererwähnte Expansion des Rückenmarksnervenzellen verursacht aber auch z w e i t e n s, im Falle nämlich, daß die Einwirkung von außen, der Reiz des Eindruckes zu vehement war, oder im Falle die Leitung der in den Rückenmarksnervenzellen erregten Expansion und Abstoßungsbewegung in Folge Vernichtung oder Erkrankung der von dem Rückenmark zu den Gehirn gehenden Nerven aufgehoben oder unterbrochen ist, — sie verursacht sagen wir eine Contraction derjenigen Rückenmarksnervenzellen, welche n e b e n den expandirten sich befinden und mit Bewegungsnerven in Verbindung stehen. Die Contraction aber der Rückenmarksnervenzellen, die mit Bewegungsnerven verbunden sind, ruft einen Anziehungs- oder negativen Nervenstrom hervor, der durch sie fortgeleitet Muskeln der willkürlichen Bewegung trifft und diese zur Contraction

nöthiget. Auf diesem Vorgang beruhen die sogenannten **Reflexbewegungen**. Solche Reflexbewegungen gehen ohne und oft trotz Willen von statten. Starker Lichtreiz verursacht das Blinzeln mit den Augenliedern, starke Riechstoffe verursachen Nießen. Erbrechen und Husten gehören unter sie. Unterliegt das Rückenmark an irgend einer Stelle dem Druck einer Masse ergossenen Blutes oder entzündlichen Exsudates, so ist in allen Organen, deren Bewegungs- und Empfindungsnerven unterhalb der kranken Stelle aus dem Rückenmarke entspringen, willkürliche Bewegung und Empfindung aufgehoben. Ein Reiz irgend welcher Art auf die gelähmten Organe angebracht, wird zwar nicht empfunden, ruft aber eine Bewegung hervor, die ohne Willen von statten geht. Es zucken z. B. die Beine, wenn man sie sticht oder kneipt, geradeso oder ähnlich, wenn man die Schenkel eines Frosches reizt, dessen Rückenmark durchschnitten oder dessen Hirn herausgenommen wurde. Reflexbewegungen beruhen also nach meiner Ansicht auf der Contraction der mit motorischen Nerven verbundenen Nervenzellen des Rückenmarkes in Folge des Druckes, den die während des Empfindungsvorganges stattfindende Expansion der neben anliegenden mit Empfindungsnerven verbundenen Rückenmarksnervenzellen auf jene veranlaßt.

Die zweite vom Rückenmark abhängige Funktion ist die willkürliche Bewegung. Der Wille des in den Nervenzellen des Gehirnes seinen Sitz habenden Geistes expandirt die Nervenzellen des großen Hirnes. Diese Expansion ruft in den mit diesen verbundenen Leitungsnerven einen Abstoßungs- oder positiven Nervenstrom hervor. Dieser positive Strom in den zu den Nervenzellen des Rückenmarkes gehenden Leitungsnerven verursacht eine Contraction derjenigen Nervenzellen des Rückenmarkes, zu welchen der Strom willensgemäß gerichtet ist, oder welche von der Resultante aller in bestimmten Richtungen von den ausgedehnten Nervenzellen des großen Hirnes ausgehenden Nervenströmen in Angriff genommen wurden. Die Contraction dieser Rückenmarksnervenzellen ruft einen Anziehungs- oder negativen Strom in denjenigen motorischen Nerven hervor, die zu den Muskeln gehen, welche zum Zwecke der gewollten Körperbewegung contrahirt werden sollen. Der negative Nervenstrom verursacht die Contraction dieser Muskeln.

Der Geist muß sich aber seiner That, seines Willens bewußt werden. Der Veranschaulichungsprozeß seines Wollens geht nun so von statten. In dem Momente, in welchem der von den expandirten Nervenzellen des großen Hirnes ausgehende positive Nervenstrom die Nervenzellen des Rückenmarkes zur Contraction zwingt, ruft diese Contraction sowie in den motorischen Nerven so auch in denjenigen Leitungsnerven, welche zu den Nervenzellen des kleinen Hirnes gehen, einen negativen Strom hervor, welcher die Nervenzellen des kleinen Hirnes zur Expansion zwingt. Die Expansion der Nervenzellen des kleinen Hirnes ruft aber in den Leitungsnerven, welche von ihnen aus zu den Nervenzellen des großen Hirnes gehen, einen positiven Strom hervor, der die Nervenzellen des großen Hirnes in diesem späteren Momente wieder zur Contraction bringt, so daß also in dem großen Hirn wieder zur Empfindung wird, was die Expansion der Nervenzellen des großen Hirnes in einem früheren Momente durch den Willen des Geistes in den Rückenmarksnervenzellen verursacht hat. Das kleine Hirn verschafft dem Geiste die Controle von dem, was gemäß seines Willens das große Hirn vollbracht hat. Auf der gegenseitigen Wechselwirkung der Nervenzellen des großen und des kleinen Hirnes finden meiner Ansicht nach auch die Phantasiebilder ihre Begründung. Zwischen den Nervenzellen des großen Hirnes und den Nervenzellen des kleinen Hirnes befinden sich ebenfalls Leitungsnerven. Will also der Geist etwas, was nicht eine Bewegung seines Körpers ist, so wirkt die Expansion der Nervenzellen des großen Hirnes abstoßend auf die Leitungsnerven, die zu dem kleinen Hirn direkte gehen, der in diesen hervorgebrachte positive Nervenstrom wirkt contrahirend auf die Nervenzellen des kleinen Hirnes. In dem Moment nun, als die durch das Wollen des Geistes hervorgebrachte Expansion der Nervenzellen des großen Hirnes aufhört, oder aussetzt, hört auch der zu den Nervenzellen des kleinen Hirnes gehende positive Nervenstrom, und also auch die Contraction dieser auf. Wieder sich in dem Maße expandirend, als sie contrahirt worden sind, verursachen die Nervenzellen des kleinen Hirnes einen positiven Nervenstrom, welcher gerade die umgekehrte Richtung des eben vorhergegangenen hat, und also die Nervenzellen des großen Hirnes treffend

contrahirt er diese. Die Nervenzellen des großen Hirnes sind also contrahirt worden in Folge ihrer Ausdehnung mittels der Nervenzellen des kleinen Hirnes, — der Geist empfindet, was er gewollt, wird seines Wollens sich bewußt. —

In demjenigen Theil des Organismus, welcher der Willkür unterworfen ist, bildet der Wille die veranlassende Ursache der Bewegung. Was ist aber die veranlassende Ursache der Bewegung in denjenigen Theilen des Organismus, welche der Willkür entzogen sind? Hierzu muß die Außenwelt den Impuls geben. Denke man sich die in den Eingeweiden zerstreuten Nervenganglien je mit motorischen und sensiblen Nervenfäden in Verbindung, von denen jene zu den unwillkürlichen Muskeln oder bezüglichen Bewegungsbildungen, diese zu den Membranen der der Willkür entzogenen Organe gehen. Ein äußerer Reiz in Form eines Stoßes oder Druckes wird eine Zusammenziehung der Zellen der gereizten Membranstelle verursachen. Diese Contraction der Membranzellen ruft in den mit ihnen verbundenen sensiblen Nerven einen negativen Nervenstrom hervor, wodurch die Nervenzellen des betreffenden Ganglion in Expansion versetzt werden. Diese Expansion der Nervenzellen des Ganglions ruft einen positiven Nervenstrom in den von ihnen abgehenden motorischen Nervenfäden hervor, wodurch die betreffenden unwillkürlichen Muskeln nicht contrahirt, sondern erschlafft werden. Die Erschlaffung der unwillkürlichen Bewegungsgebilde hat eine Erweiterung ihrer Kanäle zur Folge, Bedingniß zum Eintritt von Stoffen (Nahrungsstoffen) von Außen in die verschiedenen Gefäßbildungen. Eine Contraction der unwillkürlichen Bewegungsgebilde — Muskelfasern z. B. — wird, und dieses mehr abnormer Weise bei Erkrankungen, nur eine die Membranzellen expandirende äußere Kraft bewerkstelligen. Doch was ist die Ursache der beständigen Contractionen der unwillkürlichen Bewegungsorgane, der im gesunden Zustande fortwährend unterhaltenen Thätigkeit des unwillkürlichen Muskelfasersystems? Lassen Sie uns versuchen, diese Frage zu beantworten. Wir wissen, daß das Aufhören oder die längere Unterbrechung des Athmens allein, also der Zufuhr und Aufnahme von Sauerstoff, sonst mit Recht auch Lebensluft bezüglich seiner Einwirkung auf den thierischen Organismus genannt, unserm irdischen Leben ein Ende macht

oder es unterbricht. Es muß also der Sauerstoff die Ursache der vegetativen Nerventhätigkeit sein. Unserer Ansicht nach wirkt der Sauerstoff durch seine Berührung der organischen Zellen auf diese contrahirend — nämlich in den Capillargefäßen von den Blutkügelchen sich trennend und sich selbst expandirend. Dieser contrahirenden Einwirkung des in den Capillarien sich expandirenden Sauerstoffes sind nun auch die Nervenzellen der Ganglien unterworfen. Dieser Contraction muß nach dem Verschwinden des Momentes der Sauerstoffberührung wieder eine secundäre Expansion der Zellen folgen, bis wieder ein nachfolgendes seiner Fesselung an ein Blutkügelchen befreites Sauerstoffmolekül eine fernere Contraction der Zellen verursacht, und so muß Contraction und Expansion der Zellen unaufhörlich mit einander abwechseln, so lange der Blutkreislauf unterhalten ist. Die mit Sauerstoff beladenen Blutkügelchen müssen aber den Zellen zugeführt werden. Die Zuführung besorgen die Blutgefäße (Arterien). Die Blutgefäße besitzen aber ihre Bewegungskraft in der abwechselnden Contraction und Erschlaffung der Gefäßmuskelfasern, und die Gefäßmuskelfasern werden in Contraction versetzt durch den Nerveneinfluß der Gefäßganglien. Die Nervenzellen der Gefäßganglien müssen, um diesen Einfluß auszuüben, d. i. um einen Anziehungs- oder negativen Nervenstrom, welcher die Muskel contrahirt, hervorzurufen, in Contraction versetzt werden. Sie werden aber in Contraction versetzt ebenfalls durch die Berührung mit dem Sauerstoff der Blutkügelchen. Ursprünglich aber beim Beginn des Keimlebens konnte die Herbeiziehung des Sauerstoffes aus der Umgebung des Keimes nur durch die contrahirende, belebende Wirkung des männlichen Samens auf die Keimzelle bewerkstelliget werden. Nach der Periode dieses ersten Sauerstoffzuleitungsaktes ist der zugeleitete Sauerstoff selbst als Wiederbelebungsmittel an die Stelle des zuerst belebenden männlichen Samens getreten, und währet als solches fort das ganze Leben hindurch. Wir halten also den Sauerstoff als das Agens, welches sowie die Zellen unseres Leibes überhaupt, so im speziellen die Nervenzellen der Ganglien durch seine Berührung in Contraction versetzt, wodurch nicht nur die einzelnen Zellen für sich in beständiger Lebensthätigkeit (von deren zwischen Contraction und Expansion

abwechselnder Bewegung auch ihr Nahrungsaufnahmsvermögen abhängt), erhalten werden, sondern wornach auch in speciellen die in Contraction versetzt werdenden Nervenzellen der Ganglien mittels der sie mit den unwillkürlichen Bewegungsorganen verbindenden Nervenfäden jene zur Thätigkeit, zur Muskel- und Fasercontraction anregen. Indem der Sauerstoff der Blutkügelchen die Nervenzellen der Ganglien durch seine Expansion in Contraction versetzt, verursachen diese mittels der motorischen Nervenfäden eine Zusammenziehung der unwillkürlichen Bewegungsorgane oder Muskelfasern. (Die contrahirende Einwirkung des Sauerstoffes auf die Nervenzellen der peripherischen Ganglien der Schleimhaut des Verdauungskanales ist die Ursache der Contraction der Aufsaugungskanäle desselben und daher der Einführung der Nahrungssäfte und der Getränke; — die contrahirende Einwirkung des Sauerstoffes auf die Nervenzellen der Ganglien der unwillkürlichen Muskeln des Verdauungskanales ist die Ursache der beständig peristaltischen Bewegung in demselben; — und die contrahirende Einwirkung des Sauerstoffes auf die Nervenzellen der Gefäßganglien ist die fortwährende Ursache der Muskelcontraction der Blutgefäße; u. s. w.) Die verschiedenen Nervenganglien sind aber unter sich ebenfalls durch Nerven verbunden. Die Contraction der Nervenzellen ruft nun auch in diesen Anziehungs- oder negative Nervenströme hervor, so daß, wenn in dem einen Moment die Nervenzellen des einen Ganglien sich contrahiren, mittels des Nervenstromes in den Verbindungsnerven die Nervenzellen des andern Ganglions in Expansion versetzt werden. Auf diese Weise stehen die Ganglien in gegenseitiger Wechselwirkung, und es herrscht zwischen ihnen ein beständiger Kreislauf der Nervenkraft, ein perpetuum mobile gleichsam, unterhalten durch den die Nervenzellen berührenden Sauerstoff.

Dynamik einiger Cerebrospinal-Nervenkrankheiten.

Wir haben schon wiederholtermalen die contrahirende Wirkung eines motorischen Nerven auf den Muskel mit dem elec-

trotonischen Zustand eines electromagnetisirten Eisens verglichen. Sowie nämlich die Moleküle des weichen Eisen von dem einen electrischen Strom leitenden Metalldraht Anziehungskraft erlangen, und da die Anziehungskraft auf der Molekularcontraction beruhet, auch eine Contraction erleiden, — eben so sagten wir, erleidet der Muskel, resp. erleiden die Muskelfasern (Fibrillen) eine Contraction, wenn in den dem Muskel verbundenen Nerven ein Anziehungs- oder negativer, centripetal von dem Muskelende des Nerven zu seinem Ausgangspunkte gehender Molekularvibrationsstrom auf den Muskel einwirkt. Gehet aber der Nervenstrom von dem centralen Ausgangspunkte des Nerven zu seinem peripherischen Endpunkt, zu seinem Muskelende, so kann keine Anziehung für den Muskel und keine Contraction desselben erfolgen, sondern das Gegentheil der Contraction, eine Relaxation, Erschlaffung, Lähmung des Muskels. Sind wir nun im Stande auf die motorischen Nerven so zu wirken, daß ein Nervenstrom in denselben eine centrifugale Richtung annimmt, von seinem centralen Ausgangspunkte ein positiver Nervenstrom ausgeht, so werden wir trotz des entgegengesetzten Willens sogar des mit dem entsprechenden Mittel behandelten Menschen die Bewegungen desselben hindern und aufheben, eine künstliche Lähmung seiner Muskeln hervorrufen können. Wir sehen diese Wirkung in der That von dem Magnetiseur an dem Magnetisirten ausführen. Wir sind der Ansicht, daß das Berühren oder Bestreichen mit den Händen des Magnetiseurs in den Nerven des Magnetisirten einen centrifugalen Nervenstrom hervorbringt, so daß eine Erschlaffung oder Lähmung seiner Muskel, eine Bewegungslosigkeit des Magnetisirten eintritt. Daß aber anderseits ein Mensch, wir wollen sagen ein Magnetiseur die Möglichkeit in sich hat, die Fähigkeit besitzen kann, einen über die Peripherie seines Leibes hinauswirkenden Nervenstrom in sich zu erregen, dafür möchte die von dem Willen aller Wahrscheinlichkeit nach abhängige Erscheinung bei einigen Thieren, den electrischen Fischen nämlich beweislich sprechen, welche bekanntlich auf andere Thiere einen electrischen Schlag ausüben können. Bekannt ist auch, daß nicht jeder Mensch die Macht hat oder die Fähigkeit besitzt, einen andern Menschen zu magnetisiren, — daß anderseits auch nicht jeder Mensch die Disponibilität besitzt, magnetisirt werden zu können.

Es scheint mir, daß des Magnetiseurs Körper, sei es mit oder ohne Willen desselben, auf die Nerven eines andern magnetisirbaren Menschen eine Anziehungskraft besitzt, oder eine Molekularbewegung seiner Nerven anregen kann, welche einen über die Grenzen seines Leibes hinaus reichenden Anziehungs- oder negativen Nervenstrom hervorbringt, in Folge dessen in den Nerven des Magnetisirten ein centrifugaler, ein von dem Magnetisirten zu dem Magnetiseur gehender positiver Nervenstrom entsteht, so daß aus der Aneinanderreihung des Nervenstromes des Magnetisirten an den Nervenstrom des Magnetiseurs Ein Nervenstrom erzeugt wird, welcher seinen negativen oder Anziehungspol in dem Körper des Magnetiseurs, und seinen positiven oder Abstoßungspol in dem Körper des Magnetisirten hat. Ich getraue mir nicht die Möglichkeit eines Versuches und das Gelingen desselben zu denken, daß nämlich eine ganze Extremität eines lebenden Menschen, hineingesteckt in einen Hohlraum eines großen Electromagneten und hiedurch der Anziehungskraft dieses ausgesetzt, in bewegungslosen, muskelerschlaffenden, gelähmten Zustand versetzt werden könne. Die Bestreichung mittels künstlicher Magnete oder das Auflegen eiserner Gegenstände auf mit Muskelkrämpfen eben behaftete Körpertheile hat manchmal, wie man dann und wann hört, die Wirkung gehabt, daß der Krampf, also die zu starke und wider Willen andauernde Muskelcontraction aufhörte. Auch scheint die Auflegung von Magneten bei gereizten sensiblen Personen Beruhigung hervorzubringen.

Durch die Einwirkung des Magnetiseurs glauben wir nun werde in den Nerven des Magnetisirten ein centrifugaler Nervenstrom hervorgerufen, welcher die Nervenzellen des Rückenmarkes in Expansion versetzt. Durch die Expansion der Rückenmarksnervenzellen wird ein positiver oder Abstoßungsstrom in den Leitungsnerven des Gehirnes und durch diesen eine Contraction der Gehirnnervenzellen hervorgerufen. Hiedurch wird, so lange die Anziehungskraft des Magnetiseurs auf den Magnetisirten währet, die Willenskraft des letzteren, die nur durch Expansion der Nervenzellen des großen Hirnes, wie wir früher erklärten, sich äußern kann, gehemmt und unterdrückt, der Magnetisirte also willenslos und unfähig sich willkürlich zu

bewegen, und da selbst die Nervenzellen des kleinen Hirnes zu andauernder Contraction gezwungen sind, auch das Bewußtsein desselben unterdrückt. Der Magnetisirte scheint ein Schlafender. Es ist aber dem Magnetisirten nur möglich ein empfindender zu sein, er wird ein fortwährend empfindender, und nur empfindend ein Hell- und Fernseher, denn der Empfindungsakt hat seinen Grund in der Contraction der Gehirnnervenzellen. Da die Nervenströmung des Magnetiseurs und des Magnetisirten in nur Einen continuirlichen Strom verwandelt worden, ist dem Magnetisirten die Fähigkeit gegeben, zu empfinden, was der Magnetiseur thut und denkt. Derselbe Umstand, die Verwandlung der Nervenströmung Beider in Einen, gibt dem Magnetiseur auch die Macht, durch Wechseln der Richtung des Stromes, zeitweise die Contraction der Nervenzellen des Gehirnes des Magnetisirten in Expansion umzuwandeln, den Magnetisirten, der empfunden, was jener gethan und gedacht, zur Willensäußerung zu vermögen, seinen Willen dem Magnetisirten aufzudringen, der jenem blindlings folgt sowie gehorcht. Nach dem Zeitpunkte, als der Magnetiseur den Magnetisirten nicht mehr beeinflußt, ihn frei läßt, wird dieser im magnetischen Schlaf befangene allmählig in den wachen Zustand zurückkehren, und während dieser Periode, weil nicht mehr hängend an dem Nervenstrom des Magnetiseurs und weil die Nervenzellen seines kleinen Hirnes nicht mehr gleichzeitig mit den Nervenzellen des großen Hirnes in Contraction erhalten werden, also wieder momentweise sich expandirend sie wieder einen Nervenstrom in den Leitern von ihnen zu den Nervenzellen des großen Hirnes erregen können, wird der Erwachende seiner Empfindungen bewußt werden, er wird träumen und seinen Traum aussprechen, wie ein von natürlichem Schlaf erwachender träumt.

Denken wir uns den Zustand des Gehirnes eines Magnetisirten, die gleichzeitige Contraction der Nervenzellen des kleinen und großen Hirnes, selbst entstanden, ohne äußere Einwirkung von Seite eines Magnetiseurs, so möchte hierin der Grund des natürlichen magnetischen Schlafes, Hellsehens, Schlafwandelns und Wachträumens zu suchen sein. Ein in Empfindung verharrender, ein bewußtlos dahinbrütender, ein

total in sich gekehrter Mensch hat für den Beobachter etwas starres, ein mit der Außenwelt keine Gemeinschaft andeutendes Aussehen. Einen ähnlichen Anblick wie ein in Verzückung gefesselter Mensch gewährt ein Somnambüle — alle seine willkürlichen Bewegungsorgane verharren in Ruhe, er scheint bloß der Empfindung unterworfen zu sein. Bloß empfindend, andauernd die Nervenzellen seines Gehirns contrahirend, scheint er durch diese dauernde Contraction eine eben so andauernde Expansion der Rückenmarksnervenzellen, hiedurch eine Lähmung der willkürlichen Bewegungsorgane einestheils, und anderntheils einen über die Grenzen seines Leibes hinausreichenden Abstoßungs- oder positiven Nervenstrom hervorzubringen, der ihn fernfühlend, hell- und fernsehend macht, aber ohne däß er seiner Empfindung bewußt wird. Unbewußt empfindend ist der Somnambüle fähig, seiner Empfindung gemäß blindlings zu handeln. Nur in sich empfindend sucht er einen Gegenstand und wandelt ihn suchend im Schlafe, ohne daß er weiß, was und daß er sucht. Er expandirt die Nervenzellen des großen Hirnes, um sich dahin zu bewegen, wohin ihn seine Empfindung treibt, ohne daß die hiebei bewirkte Contraction der Rückenmarksnervenzellen durch den sonst hervorzurufenden negativen Strom in den Leitungsnerven zu dem kleinen Hirn die Nervenzellen dieses zur normalen Expansion bringen kann, weil diese krankhaft, oder noch in partiellem Schlafe befangen in unveränderter Contraction verharren. Wachend mit dem großen Hirn, kann man sagen, schläft der Schlafwandler mit dem kleinen Hirn. Angerufen, heißt es, erwacht gänzlich der Schlafwandler, unbewußt dessen, was er gethan, und wie er dahin gekommen, wo er getroffen wurde. Der im magnetischen Schlafe befindliche Hellseher hingegen soll seine Empfindungen (Visionen) als Antwort aussprechen auf Fragen, die man an ihn stellt, gleichsam wie die Saite erklingt, die am Clavier man anschlägt. Träumend und sprechend im Traume beginnt langsam der Hellseher zu erwachen im großen Hirn, während er mit dem kleinen noch schläft. Unbewußt dessen, was er gesprochen, erschrickt er oft beim gänzlichen Erwachen über das Ende seines letzten Traumes; wie eben auch ein Gesunder beim Erwachen aus dem Schlafe seines Traumbildes bewußt wird.

Denken wir uns statt der Nervenzellen des Gehirnes die Rückenmarksnervenzellen in krankhafter Contraction, so müssen durch die in den von ihnen ausgehenden Leitungsnerven hervorgerufenen negativen Nervenströme einerseits die Nervenzellen des Gehirnes in abnorme Expansion, anderseits die Muskeln der willkürlichen Bewegungsorgane in Contraction versetzt werden, also einerseits im Gehirn Empfindungslosigkeit, Bewußtlosigkeit und Unterbrechung der Willkür eintreten, und anderseits in den Extremitäten unwillkürliche Bewegungen, Krämpfe und Convulsionen auftreten. Einen solchen Symptomencomplex gewähret das Bild eines Epileptischen. Gerade nun aber der der Epilepsie entgegengesetzte Zustand ist die Katalepsie. Hier ist wohl das Bewußtsein vorhanden, aber nicht die Möglichkeit, sich zu äußern, willkürliche Bewegungen zu machen. Dieser Zustand scheint auf einer krankhaften Expansion der Rückenmarksnervenzellen begründet zu sein. Die Folge der Expansion der Rückenmarksnervenzellen ist die Erschlaffung oder Lähmung der willkürlichen Muskeln einerseits, und anderseits obwohl das Vorhandensein des Gefühles von seinem Lähmungszustand doch nicht der Empfindung eines gegebenen bestimmten Reizes. Ein Kataleptischer ist das Bild eines Scheintodten.

Ein zwischen Traumwachen, Hellsehen und Nachtwandeln, zwischen Epilepsie und Katalepsie wechselnder, von der einen Art dieser Nervenkrankheiten zur andern überspringender Zustand erscheint uns in dem Bild einer vollkommen ausgebildeten Hysterie. Ein Wechseln von abnormer Contraction und Expansion bald der Nervenzellen des Gehirnes, bald der Nervenzellen des Rückenmarkes bildet die Grundlage derselben, und die hysterische Anlage scheint in einer Beschaffenheit oder dem Bau der Nervenzellen zu bestehen, welche eine Contraction und Expansion derselben ermöglicht, welche über Gebühr und in viel höheren Graden eintritt, als sie zu dem Grade des äußern Reizes oder dem Willen im Verhältniß stehen sollte. Man macht in Spitälern nicht selten die Beobachtung, daß in Sälen, wo zufällig mehrere Hysterische liegen, diese in Krämpfe verfallen, wenn sie dem Anblick einer einzelnen eben in einem Anfall sich befindlichen hysterischen Kranken ausgesetzt sind. Es ist auch öfters beobachtet worden, daß Personen, welche durch Zufall

gezwungen waren, einen Epileptischen während seines plötzlich eingetretenen Anfalles zu betrachten, auch von Epilepsie befallen wurden. Man kann oft im gewöhnlichen Leben die Erfahrung machen, daß der Anblick einer grausenhaften oder erschreckenden That sich so einprägt, daß man der Erinnerung an denselben, der Vorstellung des gesehenen Bildes nicht los werden kann. Der Sinneseindruck, den der Anblick einer hysterischen oder epileptischen Person während ihres Anfalles auf sehr empfindsame Menschen in den Nervenzellen des großen Hirnes, als des Empfindungs- oder Wahrnehmungsorgans des Geistes zurückläßt, scheint die Willenskraft für Momente lang schwächen oder unterdrücken zu können, und es scheinen die Nervenzellen des großen Hirnes, momentan unbeherrscht von dem Willen des Geistes, auf die während der Empfindung des zu heftigen Sinneseindruckes erfolgte allzustarke Contraction durch Selbstexpansion in der Richtung zu reagiren, in welcher die Nervenzellen des Rückenmarkes derjenigen motorischen Nerven getroffen und contrahirt werden, welche den Muskeln vorstehen, die bei der eben gesehenen in ihrem Anfall befindlichen Person die krampfhaften und convulsivischen Bewegungen hervorbrachten. Auf ähnliche Weise werden auch die Sinnestäuschungen bei gewissen Personen erzeugt, welche sich bestimmten Vorstellungen und Befürchtungen hingeben, und Dinge oder Bewegungen der Außenwelt empfinden, sehen, hören, riechen oder schmecken, welche objectiv in der That nicht vorhanden sind oder wirklich nicht geschehen. Die Sinnestäuschungen sind Empfindungen, welche gerade den entgegengesetzten Weg der gesunden realen Empfindungen machen. Bei letztern verursacht ein Contact mit einem Körper der Außenwelt eine Contraction der Zellen der Leibesoberfläche, diese in den von ihnen abgehenden Empfindungsnerven einen Anziehungs- oder negativen Nervenstrom, dieser eine Expansion der entsprechenden Rückenmarksnervenzellen, die Expansion dieser einen Abstoßungs- oder positiven Nervenstrom in den Leitungsnerven des Gehirnes und endlich eine Contraction der Gehirnnervenzellen selbst. Bei der krankhaften Empfindung, der Sinnestäuschung, verursacht die geistige Vorstellung, die Einbildung eine Contraction der Nervenzellen des großen Hirnes, diese einen Anziehungsstrom in den Lei-

tungsnerven des Hirnes, dieser eine Expansion der Rückenmarksnervenzellen, diese einen Abstoßungsstrom in den Empfindungsnerven und endlich eine Contraction der mit ihnen verbundenen Zellen der Leibesoberfläche. Bei Wahnsinnigen ruft die fixe Idee nebst Sinnestäuschungen durch den von dieser Idee bestimmten Willen auch Expansionen der Nervenzellen des großen Hirnes hervor, welche Bewegungen des Leibes und Handlungen zur Folge haben, die der fixen Idee correlativ entsprechen. Sie handeln im Wachen sowie die Schlafwandler, diese nach ihrem Traumbild, jene nach dem Schema ihrer Vorstellung oder Einbildung. Der gewöhnlich Träumende legt eine reale Empfindung anders aus, — der in seinem Sinne sich Täuschende schafft sich eine Empfindung, zu welcher das Object in der Außenwelt nicht vorhanden ist, nach seiner Einbildung. Der Traum ist ein Gedicht über etwas objectiv Empfundenes, die Sinnestäuschung eine erdichtete Empfindung.

Ein Gegenstück der Sinnestäuschungen finden wir in derjenigen Art von Wasserscheu, in welche ein Mensch verfällt, der einstmals von einem Hunde, und wahrscheinlichst von gesundem Hunde gebissen sich einbildet, der ihn gebissen habende Hund hätte die Wuthkrankheit gehabt oder könnte sie möglicherweise gehabt haben, und er stehe in jedem Momente in der Gefahr, daß die Hydrophobie bei ihm ausbräche. Er bildet sich ein, einerseits den Anblick und die Berührung von Wasser und glänzenden Gegenständen nicht ertragen zu können, wie ein unbeschütztes Auge nicht in die unverschleierte Sonne sehen kann und glaubt sich sogar durch seine fixe Idee bemüssiget, wie der Hund zu beißen. Auf welche Weise das Wuthgift bei den Menschen und Thieren, denen es durch den Hundsbiß eingeimpft, gerade wieder dieselben Erscheinungen an den Gebissenen hervorbringt, wie sie der Beißende hat, bleibt immer noch räthselhaft. Der Umstand, daß unter allen prophylactischen Mitteln gegen die Hundswuth die längere Zeit künstlich unterhaltende Eiterung in der Bißwunde als das beste sich gezeigt hat, und der Umstand, daß der ebenfalls nach oft sehr geringfügigen Verletzungen entstehende Wundstarrkrampf sehr viele Aehnlichkeit mit den Symptomen der Hydrophobie in ihrem letzten Stadium hat, so möchte vielleicht von der Art der Entstehung von jenem

auf die Entstehung dieser einst ein Schluß gezogen werden können. Ich rechne den Wundstarrkrampf zu den Reflexerscheinungen. Denke man sich den Fall, daß durch zu starke und zu lange andauernde Contraction der den motorischen Nerven correspondirenden Rückenmarksnervenzellen in Folge angestrengter Körperbewegungen die nebenanliegenden den Empfindungsnerven correspondirenden Rückenmarksnervenzellen in Expansion versetzt werden, — und wieder den Fall, daß bei Schmerzen durch zu starke und zu lange andauernde Expansion der den Empfindungsnerven entsprechenden Rückenmarksnervenzellen die nebenanliegenden den motorischen Nerven entsprechenden Rückenmarksnervenzellen in Contraction versetzt werden. Der erste Fall wird gesteigerte Empfindung oder Schmerz, der zweite Fall gesteigerte Muskelcontraction oder Krampf der willkürlichen Muskeln zu Folge haben. Uebermäßige Muskelanstrengung bewirkt bekanntlich Schmerz, und maßloser Schmerz bewirkt Muskelkrampf. Letzteren sehen wir nun auch eintreten bei sehr großen und schmerzhaften Wunden, oft aber auch nach scheinbar sehr unbedeutenden Verletzungen, besonders an sehr nervenreichen Körpertheilen, z. B. der Finger- und Zehenspitzen. Die fortwährende Schmerz erregende Contraction des peripherischen in die Verletzung mitinbegriffenen Endes eines Nerven verursacht durch den hiedurch entstehenden Anziehungsstrom eine zu große Expansion der Rückenmarksnervenzellen, diese in den nebenliegenden Nervenzellen eine Contraction, und somit durch den hiedurch hervorgerufenen Anziehungsstrom in den anstoßenden Bewegungsnerven eine Muskelcontraction der willkürlichen Bewegungsorgane, — eine unwillkürliche Bewegung der willkürlichen Muskel, eine Reflexbewegung, und wegen der längern Andauer der Schmerzerregung Expansion der einen und Contraction der andern Rückenmarksnervenzellen eine andauernde Muskelcontraction, einen Krampf — den Wundstarrkrampf. Als die einzige sichtbare organische Veränderung in den Nervengebilden des Rückenmarkes, von welchem doch der Starrkrampf ausgehen muß, konnte bisher nur eine leichte Röthung, also eine Blutanhäufung im verlängerten Mark aufgefunden werden; — eine Veränderung, welche auf eine vorhergehende Contraction der Nervenmoleküle hindeutet, da die Entzündung überhaupt, und

die Blutanhäufung bei derselben insbesondere nach unsern Begriffen durch eine übermäßige Contraction der organischen Zelle bedingt ist.

Die Dynamik der Entzündung.

Nach Virchow's „Cellulartheorie" — dem verständigsten Resultate der seit den jüngsten Jahrzehenten gemachten mikroskopischen, physiologisch- und pathologisch-anatomischen Beobachtungen — ist das hauptsächlichste Entzündungsproduct, das Eiterkörperchen, ebenso wie alle Neubildungen ein Erzeugniß dee organischen Zelle. Durch diese neue Theorie wird die ihr unmittelbar Vorhergegangene „der Entstehung des Eiterkörperchens (per generationem aequivocam) aus dem Entzündungs-Exsudate geradewegs verneinet. Virchow's Theorie der Neubildungen ist viel mehr mit den aus der Praxis gewonnenen Ansichten in der Chirurgie in Einklang zu bringen als die ihr vorhergegangene Blutkrasenlehre. Es ist dem praktischen Chirurgen nun wieder theoretisch einleuchtend, warum die Granulationen, weil sie Selbsterzeugnisse der organischen Zellen sind und mit den Mutterzellen noch in organischem Zusammenhange geblieben, Empfindung bei Berührung und Beätzung gewähren, welche nimmermehr zu erklären wäre, wenn die Fleischwärzchen erst aus den (gewissermassen als Corpus peregrinum) abgesetzten Entzündungs-Exsudate sich frei herausgebildet hätten, da das Entzündungs-Exsudat selbst keine Empfindung hat. Die Cellulartheorie ist auch für mich so verlockend, daß ich nicht umhin kann, eine auf sie und auf meine schon bekannt gegebenen physikalischen Prinzipien gegründete Entzündungstheorie, gewissermassen eine Dynamik der Entzündung, in aller Bescheidenheit hier mitzutheilen.

Entzündung, keineswegs dasselbe was Hyperämie, wie man hie und da und dann und wann anzunehmen sich bewogen fühlte, ist die unmittelbare Folge eines Reizes, des Entzündungs-Reizes. Druck, Stoß (der gesteigerte Druck) und Reibung (der intermittirende Stoß) bringen einen Entzündungs-

Reiz hervor. Der Druck wirkt raumbeschränkend auf die organische Zelle und ihre Moleküle, contrahirend, wenn sie festsitzend, und abstoßend, wenn sie freibeweglich sind. Die Contraction der organischen Zelle hat für die fixirten Nachbarzellen und ihre Moleküle eine Ausdehnung, für die freibeweglichen Zellen, die nahenden Blutkörperchen und die Moleküle des Blutes, eine Anziehung dieser zu den gereizten Zellen zur Folge. Auf der Ausdehnung der in der Nachbarschaft der gereizten oder contrahirten Zelle befindlichen Zellen beruht das erhöhete Wärmegefühl wie die entzündliche Anschwellung; auf der Anziehung der beweglichen Zellen, der Blutkörperchen nämlich und der Moleküle des Blutserum, beruht der vermehrte Blutandrang, die Congestion, die Hyperämie. Die Contraction der gereizten Zelle verursacht den stechenden und die Anfüllung des entzündeten Organes mit Blut den drückenden und spannenden Schmerz. Durch Beengung der Intercellularräume in Folge der Ausdehnung der Nachbarzellen und des angehäuften Blutes wird eine Steigerung der objectiv-wahrnehmbaren, meßbaren thierischen Wärme veranlaßt. Der größere Reichthum an steckengebliebenen Blutkörperchen ist die Ursache der Röthung eines entzündeten Organes. Schmerz, Hitze und Anschwellung werden als die Cardinal-Erscheinungen der Entzündung bezeichnet. Zu diesen Dreien gesellt sich noch die Functions-Störung der gereizten Zellen und die Erzeugung neuer Zellen aus Letzteren. Die Erzeugung neuer, d. h. Töchterzellen, aus einer gereizten Zelle geschieht durch Bildung neuer Kerne im Inneren der Mutterzellen und die Entwickelung der alten und neuen Kerne zu selbstständigen Zellen mittelst Theilung der Mutterzellen oder Austritt der neuen Zellen aus der Mutterzelle.

Die Beschaffenheit der neuen, der Töchterzellen, ist entweder eine der Mutterzelle gleiche oder ähnliche, — oder eine in soweit von dieser verschiedene, als die Töchterzellen irgend ein Entwickelungs-Stadium darstellen, welches die organische Mutterzelle entweder schon durchlaufen hat oder in welches sie unter gewissen anderen Bedingungen hätte kommen können. Die Granulationen entzündeter Flächen sind Töchterzellen der Bindegewebszellen und die aus ihnen wieder sich erzeugenden Töch-

terzellen sind entweder den Mutterzellen wieder ähnliche oder sie sind frei bewegliche Töchterzellen, nämlich Eiterzellen (Eiterkörperchen), welche so ganz gleich den farblosen Blutkörperchen sind, daß man sie von Diesen, welche in jedem Blute insbesondere kurz nach der Verdauung vorkommen, unter dem Mikroskope gar nicht unterscheiden kann. Sie sind Blutzellen auf der untersten Stufe, wie sie gewöhnlich aus ihren eigentlichen Geburtsstätten, den Lymphdrüsen, hervorgehen. Eingeengt in den Intercellular-Räumen der entzündeten Organe ist denselben jede Möglichkeit benommen, sich wie die farblosen Blutkörperchen während ihres Kreislaufes durch die Lungen weiter zu entwickeln; jeder weiteren Entwickelung bar werden sie zu fremden Körpern, sich in kleinerer (bei parenchymatösen Entzündungen) oder in größerer Anzahl (bei Abscessen) in den Intercellular-Räumen anhäufend, und fallen entweder der gewaltsamen Entfernung, sei es der natürlichen oder künstlichen, oder der chemischen Zersetzung, dem Zerfalle, anheim. Mit ihnen vergleichbar sind die freibeweglichen Töchterzellen entzündeter Schleimhäute — den Schleim bildend — und Jene der entzündeten Haut — die Abschuppung bei Exanthemen darstellend. Entzündete Knochenzellen erzeugen wieder Knochenzellen, welche auf der niederen Stufe mit der Fähigkeit, Kalksalze an ihren Wänden anzusetzen, wie die Knochenzellen verbleiben, oder in ihrer Entwickelung eine höhere Stufe erreichen und Markzellen darstellen. Daß die spindelförmigen oder geschwänzten Krebszellen ein Analogon in den auf niederer Entwickelung stehenden, ähnlich geformten organischen Zellen im Embryo gefunden haben, ist schon hinlänglich bekannt.

Das zweite Entzündungs-Product ist das entzündliche Exsudat. Dieses ist aber kein Selbsterzeugniß der organischen Zellen, sondern nur das durch die Gefäßwände ausgeschwitzte Serum der Blutes. Aus den Gefäßen trans- und exsudirt das Blutserum in die Intercellular-Räume in Folge der Contraction der entzündlich-gereizten Zellen und erleidet angezogen und nicht weiter sich fortbewegend überdieß durch denselben Contractions-Act der Zellen eine geringere oder größere Molekularausdehnung (eine chemische Zersetzung), eine Isolirung des Faserstoffes, wie wir sie an dem aus der Ader gelassenen Blute

beobachten können. Aber nicht bloß in dem in die Intercellular-Räume transsudirten Blutserum ist die leichte Zersetzbarkeit desselben und das Isoliren des Blutfaserstoffes bemerkbar, sondern auch an dem in den Capillaren fließenden und aus Letzteren in den allgemeinen Kreislauf zurückkehrenden Blute ist die leichtere Zersetzbarkeit des Blutserum in Folge der ausdehnenden Wirkung der entzündlich-gereizten und sich contrahirenden organischen Zellen zu beobachten, was sich bei Entzündungen von etwas größerer Ausdehnung in der Crusta inflammatoria des aus der Ader gelassenen Blutes kundgibt. Nicht etwa ein willkürlich vorausgesetztes fibrinreicheres Blut ist der Grund und die Ursache der Entzündungen, wie nach der Lehre von den Krasen anzunehmen wäre, sondern die Crusta inflammatoria ist erst die Folge und die Wirkung der Entzündung auf das Blut. Nach meinen Erfahrungen ging immer die Entzündung dem Erscheinen der Crusta inflammatoria an dem aus der Ader gelassenen Blute voraus und man hat es ja von Jeher als ein Zeichen noch bestehender, nicht völlig gebrochener Entzündung angesehen, so lange eine Crusta inflammatoria noch auf dem aus der Vene gelassenen Blute sich bildete. So häufig das Erscheinen der Entzündungskruste auf dem gelassenen Blute zu den Zeiten des entzündlichen Genius epidemicus gewesen, so selten ist zu unseren Zeiten, wo besonders Typhen und Intermittentes herrschen; — allein desto häufiger im Verhältnisse zu den Zeiten des dem jetzigen Krankheits-Genius Vorhergegangenen ist jetzt das Vorkommen der Pyämie bei zufälligen spontanen oder traumatischen Entzündungen. Daß die im Blute von pyämischen Kranken und Leichen unter dem Mikroskope beobachteten Eiterkörperchen nicht solche sind, sondern die farblosen unentwickelten Blutkörperchen, hat Virchow zur Genüge dargethan; — ebenso, daß die Eiterkörperchen als Solche wegen mechanischer Hindernisse nicht resorbirt werden können, sondern nur das Serum von dem Eiter, und hat weiter die Vermuthung ausgesprochen, daß das Eiterserum die Infection des Blutes und die von uns so tödtlich anerkannte Krankheit, welche wir mit dem Namen „Pyämie" belegen, veranlassen könnte. Allein es dünkt mir auch diese Vermuthung nicht gerechtfertiget, um so mehr da Injectionen von Eiter in das Blut von Thie-

ren eine ähnliche Krankheit bei diesen nicht verursacht haben. Ich habe vielmehr die Vermuthung, daß auf dieselbe Weise, nur in einem anderen Grade, das Blut der Pyämischen durch die Contraction der gereizten Zellen entzündeter Organe verändert werde, daß nämlich die expandirende Wirkung der sich contrahirenden Zellen eine höhere Potenz als bei gutartiger Entzündung erreicht habe, daß das Blutserum einem höheren Grade von Zersetzung unterworfen worden sei, nach welcher der Faserstoff des Blutes nicht mehr in seiner faserigen Gestalt im gelassenen Blute auftreten kann, sondern schon in der Form seines Zerfallens dem Blute Pyämischer seine mehr flüssige, schmierige und braunfarbene Beschaffenheit verliehen hat. Es sind die Metastasen bei Pyämie ein häufiges symptomatisches Vorkommen und die sogenannten metastatischen Abscesse in anderen, von dem Entzündungsherde entlegenen Organen, besonders den Gelenken, verschwinden beinahe ebenso schnell als sie entstehen. Die Resorbirbarkeit und besonders die so rasche des Inhaltes dieser Abscesse oder Empyeme möchte schon zur Genüge den rationellen Beweis liefern, daß nicht Eiter, d. i. Eiterkörperchen, ihr Inhalt sei und der Vermuthung Raum geben, daß derselbe nur aus flüssigem Faserstoffe, vielmehr aus stark zersetztem Blutserum bestehe. Haben sich aber wirkliche Abscesse gebildet, welche bei Lebzeiten oder nach dem Tode geöffnet Eiterkörperchen nachweisen, so läßt sich vernunftgemäß annehmen, daß dieselbe nicht an den Ort des Abscesses von dem Entzündungsherde her hingeführt und dort abgesetzt worden seien, sondern daß die Masse des dort abgesetzten zersetzten Blutserum oder zersetzten Faserstoffes die Zellen der Absceßwände gereizt und in den Entzündungszustand versetzt habe und daß die Eiterkörperchen erst von diesen secundär-gereizten organischen Zellen aus ihren Kernen erzeugt worden seien. Pyämie entsteht nur beim Vorhandensein einer Gangrän, insbesondere bei brandiggewordenen Wundflächen, dann bei Furunkeln und Carbunkeln. Brand besteht aber in dem Absterben organischer Zellen; abgestorbene Zellen sind keiner Lebensbewegung mehr fähig, sie sind nicht mehr fähig sich zu expandiren, sie sind todt durch absolute Contraction, wie es die Holzfaser eines gefällten Baumes oder ein Mineral ist. Absterbende organische

Zellen sind in Folge des Entzündungsreizes in einer übermäßig-heftigen Contraction begriffen, aus der ihnen keine Selbstexpansion mehr möglich ist und dieser höhere Grad der Contraction der brandigen organischen Zellen ist es, welcher wieder einen höheren Grad von Expansion in den Zellen und Molekülen des Blutes zur Folge hat, also auch einen höheren Grad von Zersetzung des Blutserum, sowohl des in den Intercellular-Räumen des entzündeten Organes transsudirten Blutserum als auch des Serum des in den nachbarlichen Haargefäßen fließenden Blutes, hervorruft.

Sowie bei dem Brandschorfe der entzündlich-gereizten Zellen Letztere in den Zustand der absoluten Contraction durch den gegebenen Reiz, z. B. durch Druck, versetzt wurden, so wurde bei dem Brandschorfe in Folge von Verbrennung das organische Gewebe durch die von der Flamme oder dem brennenden heißen Körper ausgedehnten und entzündeten, leicht inflammabilen Kohlenwasserstoff-Bestandtheile in den absoluten Contractions-Zustand, zur Verkohlung, oder bei Fortdauer des Verbrennungs-Actes zur Veräscherung gebracht. Eine Verbrennung mit Brandschorf nennen wir den höchsten Grad derselben; wir unterscheiden aber noch zwei mildere Grade von Verbrennung, die rothmachende und die blasenziehende. Jene entspricht der entzündlichen Congestion, dem entzündlichen Symptome der Hyperämie, und Diese den Symptomen der Trans- und Exsudation der Entzündung. Es wirkt hier, wie die Contraction der gereizten Zellen bei genuiner Entzündung, die raumfreigebende chemische Verbindung des Wasser- und Sauerstoffes zu Wasser in der Flamme, oder die Wiederzusammenziehung der Atome heißer Flüssigkeiten oder glühender Metalle, ausdehnend und anziehend auf die Moleküle der dem brennenden oder heißen Körper nahe gebrachten thierischen Leibestheile — Anschwellung veranlassend in den fixen organischen Zellen, Anhäufung der Blutkügelchen in den Capillaren und Durchschwitzung des Blutwassers durch die Gefäßwände in die Intercellular-Räume, also erst rothmachend und dann blasenziehend auf die Haut — eine erythematöse Entzündung im niederen, eine vesiculöse im höheren Grade der Einwirkung des Brennstoffes. Aber den Verbrennungen, Ustionen,

fehlt der eigentliche Kern der genuinen Entzündung, nämlich die Zellen-Selbsterzeugung, die Production der Eiterkörperchen und der Fleischwärzchen; die unmittelbare Wirkung des brennenden Körpers auf den thierischen Leib sind die Verkohlung, Anschwellung, Anhäufung der Blutkörperchen und die Transsudation des Blutserum. Die Eiterproduction in Brandwunden tritt erst dann ein, wenn die organischen Zellen durch neu hinzu kommende Vorgänge in Reizzustand versetzt werden. Fehlen diese, so nehmen die durch den Verbrennungs-Prozeß hervorgerufene Anschwellung und Röthung als Folge der angezogenen und angehäuften Blutkörperchen ihren Rückgang zur Genesung und Abschwellung, d. i. Wiederzusammenziehung der ausgedehnten organischen Zellen zum Normalstande und Verschwinden der Blutkörperchen, Wiederfortfließen derselben aus den Haargefäßen in die Venen tritt ein und das transsudirte Blutserum wird wieder resorbirt. Neu hinzukommende Reizkräfte geben ab der Druck, welchen der Brandschorf oder auch eine nicht mehr resorbirbare große Menge von exsudirtem Blutserum auf die nachbarlichen unverbrannten organischen Zellen ausübt, und die Berührung der von der schützenden Oberhaut entblößten organischen Zellen mit der atmosphärischen Luft. Wir wissen ja die Heilung von Brandwunden schneller und ohne daß Eiterung eintritt zur Heilung zu bringen, wenn die Oberhaut zu erhalten gesucht wird oder, wenn diese verletzt und abgeschält, ihr natürlicher Schutz vor der äußeren Luft durch Deckmittel der verschiedensten Art künstlich wieder und zwar andauernd bis zur Heilung ersetzt wird. Nur wenn dieser Schutz fehlt und so der atmosphärischen Luft der Zutritt gestattet wird, werden die organischen Zellen durch die Luft in Reizungszustand, in Entzündung versetzt und erzeugen dann aus sich die Granulationen und Eiterkörperchen. — Analog der Flamme und den siedenden oder glühenden Körpern sind die Aetzmittel, die Vesicantien und Rubefacientien zu betrachten. Wie die Flamme verursachen Erstere entweder im höchsten Grade ihrer Einwirkung auf die organischen Theile einen Brandschorf, d. i. chemische Verbrennung oder Verkohlung, oder in milderem Grade Anschwellung und Röthung wie die Rubefacientien, oder Transsudation des Blutserum wie die Vesicantien. Wie die

verschiedenartigen rothmachenden oder blasenziehenden Mittel anziehend und ausdehnend auf die Haut wirken, dafür bin ich gesonnen ein anderes Mal die Erklärung zu versuchen.

Verbrennung und genuine Entzündung haben in erster Reihe vier Symptome mit einander gemein, nämlich Anschwellung, Blutcongestion, Exsudation und Zersetzung des Blutserum. Erstere und Letztere sind Wirkungen einer Ausdehnungs-, die beiden Mittleren aber Wirkungen einer Anziehungskraft. Diesen beiden Kräften liegt die Raumfreigebung eines sich contrahirenden Nachbarkörpers zu Grunde. Bei der Verbrennung ist die chemische Verbindung der voluminöseren Wasser- und Sauerstoff-Atome zu dem einen kleineren Raum einnehmenden Wasser oder eine Volums-Verminderung der Moleküle eines sich abkühlenden siedheißen oder glühenden Körpers die Ursache der Anziehung und Ausdehnung; — bei der Entzündung aber ist die Contraction der gereizten organischen Zellen selbst die Ursache der Ausdehnung und Anziehung hervorrufenden Raumfreigebung. Der Krankheitsprozeß, den man seit zweitausend Jahren „Entzündung" nannte, verdient in der That seine figürliche Benennung und ich glaube, den Begriff von Entzündung auf meine physikalischen Grundsätze wie ich eben gethan stützend, diejenigen unter den Neueren, welche das Wort „Entzündung" für absurd oder falschdeutend halten und demnach aus der Nomenklatur der Pathologie gestrichen wissen wollen, einer unrichtigen Begriffs-Auffassung anschuldigen zu dürfen.*)

Einfluß der Nerventhätigkeit auf den Entzündungsvorgang.

Nach Durchschneidung des Nv. sympathicus befinden sich die Muskelfasern der Arterien im Lähmungszustande, die von ihnen vorher contrahirten Arterien erschlaffen, ihr Lumen ist erweiterungsfähiger und das von dem Herzen fortgestoßene Blut füllet sie mehr aus — ihr Puls wird zwar weicher aber den

*) Veröffentlicht zum erstenmal Aerztl. Intelligenz-Blatt des ständischen Ausschusses bayer. Aerzte 1859. Nr. 22.

hydrostatischen Gesetzen gemäß auch voller — das Blut wird, weil es von den das Lumen der Arterie zusammenziehenden Muskelfasern nicht mehr zum Theile zurückgehalten wird, in dem Arterienkanale schneller fortbewegt und die Körpertheile, welche die gelähmten Arterien mit Blut versehen, erhalten mehr Blut als im normalen Zustande, ein Uebermaß an Blut, und es entsteht also Anhäufung von Blut, Congestion, Hyperämie. Zu der gleichen Zeit wird in denselben des Sympathicus-Einflusses beraubten Körpertheilen eine Temperatur-Erhöhung wahrgenommen, welche oft vier Grade über der normalen thierischen Wärme beträgt. Diese Temperatur-Erhöhung ist wahrscheinlichst durch die Selbstzersetzung des in den betreffenden Körpertheilen stagnirenden Blutes verursacht. Daß das Blut eine solche Neigung in der Stagnation erhalte, beweisen Experimente an lebenden Thieren (von Lussana und Ambrosoli), welche ergaben, daß das Blut aus den Venen der Seite, auf welcher der Sympathicus ist durchschnitten worden, beinahe um die Hälfte oder ein Dritttheil der Zeit früher der Zersetzung unterlag — nämlich der Gerinnung, wobei sich der Faserstoff von den Blutkügelchen scheidet — als das Blut, welches aus den Venen derjenigen Seite gelassen wurde, auf welcher der Sympathicus nicht durchschnitten worden war.

Diese Thatsachen sprechen dem ersten Anscheine nach für die Annahme, daß eine Erweiterung oder Erschlaffung der Arterien und sofort eine Nervenlähmung einen Entzündungsprozeß einleiten könne. Allein nie entsteht nach Sympathicus-Durchschneidung eine Entzündung und Eiterung, sondern es bleibt stets nur bei der Congestion.*) Ja noch mehr, nach Snellen's Versuchen über den Einfluß des Sympathicus auf den Entzündungs-, Eiterungs- und Heilungs-Vorgang mindert sich trotz der nach der Sympathicus-Durchschneidung entstandenen Congestion und Temperatur-Erhöhung eine schon vorhandene Entzündung wie Eiterung und die Heilung einer entzündeten und eiternden Wunde geht rascher vor sich, wenn der Sympa-

*) Es liegt aber nicht außer der Möglichkeit, daß durch den mechanischen Druck des stagnirenden Blutes auf die organischen Zellen der Gefäße diese in Entzündungs-Zustand gerathen können.

thicus durchschnitten wird, als bei anderen entzündeten Körperstellen, welche mit Gefäßen versehen sind, deren Nerven nicht durch die Sympathicus-Durchschneidung gelähmt wurden. Die Sympathicus-Durchschneidung verursacht also einestheils eine Congestion (Hyperämie), anderntheils befördert sie die Aufsaugung des schon congestirten Blutes und die Vernarbung.

Bekanntlich wurde nach Durchschneidung des Trigeminus unter anderen Symptomen auch eine darauffolgende Trübung der Hornhaut und Geschwür-Bildung auf derselben beobachtet. Durch Snellen's Versuche darüber klärt sich der Grund dieser Erscheinung dahin auf, daß nicht die Durchschneidung des Trigeminus an und für sich die Ursache der Geschwürbildung auf der Hornhaut sei, sondern dieselbe eine rein mechanische Verletzung sein müsse, indem die ihrer Gesichts-Empfindung beraubten Thiere am offenen Auge leicht durch Anstoßen oder Eindringen eines fremden Körpers eine mechanische Verletzung erleiden können; denn vor äußeren, mechanisch-verletzenden Einflüssen künstlich geschützte Augen blieben hell und klar und unterlagen weder der Entzündung noch der Ulceration. Daß bei der Trigeminus-Durchschneidung die Iris mit Blut injicirt erscheint, deutet darauf hin, daß durch diese Operation der Ramus nasociliaris und das von diesem zum Theile gebildete Ganglion ciliare s. ophthalmicum, aus welchem die Gefäß-Nerven der Iris stammen, gelähmt und dadurch die Blutgefäße erschlafft und von dem durch den Herzstoß fortbewegten Blute angefüllt und erweitert werden, gerade so wie es in den Körpertheilen, deren Arterien durch die Sympathicus-Durchschneidung gelähmt und erschlafft werden, der Fall ist und ebenso wie wenn z. B. der Nervus ischiadicus an seinem Ursprunge aus dem Rückenmarke durchschnitten wird, noch ehe er einen Bildungsast an den entsprechenden Symphaticus-Knoten abgegeben hat. Die Durchschneidung der Empfindungs- oder willkürlichen Bewegungsnerven, z. B. des Nervus ischiadicus oder cruralis, hat nach Snellen's Versuchen keinen umändernden Einfluß auf den Entzündungsprozeß, indem Wunden sowohl auf jener Seite, wo solche Nerven durchschnitten, als auf der Seite, wo sie nicht durchschnitten waren, gleichen Entzündungs- und Vernarbungs-Vorgang zeigten.

Gerade das der Congestion entgegengesetzte Symptom tritt bei mechanischer oder electrischer Reizung der Enden der durchschnittenen Gefäßnerven ein, nämlich Contraction der Arterien, Blässe des Theiles, dem sie angehören und Erniedrigung seiner Temperatur. Nach dem Aufhören eines solchen Reizes folgen wieder Erschlaffung, Erweiterung und Blutüberfüllung, also Hyperämie an der Stelle der Blässe. Nun folgt aber auch auf einen Reiz der peripherischen Nervenenden, also z. B. nach Kneipen des Ohres bei Kaninchen, eine Röthe, d. h. ein vermehrter Blutandrang. Sind die Gefäßnerven des entsprechenden Theiles durchschnitten, so entsteht auf Kneipen zwar auch Röthe, aber bei Weitem eine geringere als wenn Selbe nicht durchschnitten waren. Aus diesen Experimenten geht hervor, daß die Lähmung der Gefäßnerven und so fort Blutstase auch durch Reizung der peripherischen Enden der Nerven eintreten könne. Hier ist jedenfalls die Röthung, Gefäßlähmung und Erweiterung eine Reflex-Erscheinung. Von Letzterem eine klare Vorstellung zu machen, will ich nun versuchen. — Der anatomischen Elemente des Nervensystems sind es zweierlei: die Nervenzellen und die Nervenfasern; Jene bilden in Masse die farbige (graue, gelblichte oder röthlichte) Nervenmasse, Letztere die weiße Nervenmasse. Die Nervenzellen finden sich angehäuft als graue Masse auf den Oberflächen des Gehirnes, in den Knoten des Gehirnes wie in der grauen Masse des Rückenmarkes und in den Ganglien des Sympathicus. Die Verbindungen zwischen diesen einzelnen Nervenpartieen und die Nervenstränge bestehen aus Nervenfasern. Daß die Nerven und somit die aus Nervenfasern bestehende weiße Masse nur eine leitende Funktion ausüben, ist bekannt und unterliegt keinem Zweifel. Unerklärt noch sowie durch keine Experimente dargethan aber ist die Function der Nervenzellen. Indeß sieht sich die neuere Physiologie zu der Hypothese hingewiesen, daß die eigentliche Nerventhätigkeit in den Nervenzellen Statt finden müsse. Von ihnen müssen die Willensäußerungen, die Empfindungen, die willkürlichen Körperbewegungen und die Funktionsbewegungen der dem Willen nicht unterworfenen Körperorgane — mit einem Worte von den Nervenzellen müssen die Nervenströmungen ausgehen. Vergleichen wir die Nervenströmung mit

der Electrischen, so müssen die Nervenfasern mit den Leitungs-Drähten, die aus Nervenzellen bestehenden Ganglien mit electrischen Batterieen zu vergleichen sein. Jede electrische Batterie besteht aber aus positiv- und aus negativ-electrischen Körpern. Wir wissen aber, daß alle Körper sowohl positiv- als negativ-electrisch, oder entweder positiv- oder negativ-electrisch sein können, je nachdem sie negativ- oder positiv-electrisch angegangen werden. Ich habe in meinen physikalischen Prinzipien aus auf Thatsachen wie auf Wahrscheinlichkeit beruhenden Gründen die Hypothese ausgesprochen, daß ein Körper negativ-electrisch sei, wenn seine Moleküle im Contractions-Zustande, und daß er positiv-electrisch sei, wenn seine Moleküle im Expansions-Zustande sich befinden. Wenden wir nun diese Ansicht auch auf die graue Nervenmasse der Ganglien an, so kann Letztere einmal im negativ-electrischen und ein anderes Mal im positiv-electrischen, im Molekular-Contractions- oder im Molekular-Expansions-Zustande begriffen sein. Ein electrischer Strom hat nun bekanntlich die Richtung von dem positiv-electrisch thätigen zu dem negativ-electrisch thätigen Körper hin. Von dem Körper mit sich expandirenden Molekülen geht eine abstoßende und von dem Körper mit sich contrahirenden Molekülen geht eine anziehende Kraft aus, deßhalb die Richtung des electrischen Stromes von dem positiv- zu dem negativ-electrischen Körper. Wird in dem Körper A eine negativ-electrische Thätigkeit erweckt, so entsteht eine Anziehung in ihm und eine Ursache einer Bewegung im Leitungs-Drahte zu ihm, dem Körper A, und während hiedurch in dem am anderen Ende des Leitungs-Drahtes befindlichen Körper B die entgegengesetzte, also positiv-electrische Thätigkeit erweckt wird, entsteht eine Strömung von dem Körper B durch den Leitungs-Draht zu dem Körper A. Werden nun — so gehen wir weiter — die organischen Zellen irgend eines Theiles unseres Körpers z. B. durch Druck (Kneipen) in Contractions-Zustand versetzt, so wirken sie auf die peripherischen Enden der Nerven, welche mit ihnen in Berührung sind anziehend — es erfolgt in dem leitenden Nerven eine gegen die contrahirten Zellen gehende Strömung und werden hiedurch die an dem centralen Ende desselben Nerven befindlichen Nerven-Zellen der Ganglien in den Expansions-Zustand

versetzt, so daß nun eine von diesen zu der durch Druck contrahirten Zelle gehende Bewegung oder Strömung erfolgt. Es sind mit diesen Ganglien mit sich expandirenden Nervenzellen aber noch andere Nervenäste verbunden, welche zu den Muskelfasern gehen. In diesen Nerven muß daher auch eine von den Ganglien abgehende Bewegung oder Nervenströmung entstehen. Wir wissen aber aus Erfahrung, daß auf Kneipen des Ohres (bei Kaninchen) Röthung desselben erfolgt, und wissen, daß diese Röthung Folge der Gefäßerweiterung resp. der Gefäßmuskelfaser-Erschlaffung und sofort der Lähmung der Gefäßnerven ist. Ein von den Ganglien zu den Muskeln gehender Nervenstrom muß also die Muskelthätigkeit aufheben. Wie läßt sich nun diese erklären? —

Ich bin zu der Ansicht gelangt, daß die Muskelfasern ebenso zur Contraction gelangen als wie ein Stück weiches Eisen an einem Leitungs-Drahte, durch welchen eben ein electrischer Strom geht, magnetisch wird; molekular angezogen von dem in electrischer Bewegung befindlichen Leitungs-Drahte erhält es selbst die Kraft der Anziehung. Ein centripetaler Nervenstrom bringt die Muskeln zur Contraction, ein centrifugaler aber zur Unthätigkeit oder Erschlaffung. Durch Jenen wird er von dem Nerven angezogen, durch Diesen abgestoßen; Jener zieht ihn in die Thätigkeit oder die Bewegung des Nerven hinein, Dieser bringt ihn davon ab. Wird nun das peripherische Ende eines Gefäßnerven (z. B. der Haut) durch Druck (Kneipen) in Contraction versetzt, so verursacht diese Contraction einen centrifugalen Nervenstrom in dem entsprechenden Ganglion des sympathischen Nerven. Dieser centrifugale Nervenstrom verursacht eine Expansion der Nervenzellen des Ganglion (gleichsam eine positiv-electrische Entladung) und somit ebenfalls einen centrifugalen Nervenstrom in jenen Nerven, welche von dem Ganglion zu den Muskelfasern der Gefäße abgehen. Ein Solcher erschlafft aber die Muskeln, die Gefäße werden erweiterungsfähiger und lassen das aus dem Herzen getriebene Blut in größerer Menge in die Capillaren des gedrückten Körpertheiles eindringen. Drückt oder reizt man aber das peripherische Ende eines durchschnittenen Gefäßnerven, so verursacht die gedrückte Fasermoleküle des Nerven durch Contrac-

tion einen centripetalen Strom von dem Muskel zu der Durchschnittsstelle hin und die Gefäßmuskelfasern werden contrahirt, das Lumen der Arterie vermindert und mit diesem die Menge Blutes, welche zu dem entsprechenden Körpertheile geführt werden soll. Alles, was z. B. auf die Schleimhaut einen Reiz verursacht, eine Contraction der Mucosa und der peripherischen Enden der Nerven ihrer Gefäße bewirkt, ruft durch Reflex eine Gefäßerweiterung hervor und erzeugt Secretionsvermehrung, wie es z. B. bei Abführmitteln der Fall ist; Alles, was statt die Schleimhautzellen zu contrahiren sie in Expansion versetzt, verursacht durch Reflex Gefäßverengerung und Secretionsverminderung, wie z. B. Opium sie hervorzubringen vermag.

Zu dem uns dieses Mal vorgesteckten Zwecke genügt es, von Reflexerscheinungen der Ganglien und Nerven im Gebiete des Sympathicus gesprochen zu haben, und ich möchte nur noch bei dieser Gelegenheit auf die Aehnlichkeit der Reflex-Erscheinungen im Gebiete der von den Ganglien des Gehirnes und der grauen Masse des Rückenmarkes entspringenden Nerven und des Reflexes, der im Gebiet der bewußten Empfindung und des Willens seine Hebepunkte in den Nervenzellen der grauen Masse auf der Oberfläche des großen und kleinen Gehirnes hat, mit dem sympathischen Ganglien-Nervenreflexe aufmerksam machen. Die Frage betreffend, in wie ferne das Nervensystem Einfluß auf den Entzündungsvorgang ausübe, wiederholen wir, daß aus den Eingangs erwähnten physiologischen Experimenten klar hervorgehe, daß Reizung der Gefäßnerven in der Nähe ihres Ursprunges aus den Ganglien wohl Contraction der Gefäße aber keine Blut-Congestion und daß Lähmung der Gefäßnerven allein wohl Blut-Congestion aber keine Entzündung hervorbringen könne. Wir können daher den Ursprung der Entzündung nicht in der Gefäß-Erschlaffung und Erweiterung, wir können ihn nicht in der Verengerung (Strictur) der Gefäße erkennen, wir müssen ihn in die organische Zelle selbst verlegen und zwar in der Weise, wie ich Solches in der „Dynamik der Entzündung" darzuthun suchte. Der Einfluß des Nervensystems aber auf die Entzündung ist, wie aus den erwähnten physiologischen Experimenten leicht zu ersehen, ein sehr bedeutender; je nachdem nämlich die Gefäßnerven mehr oder weniger gereizt oder je nach-

dem sie mehr oder weniger gelähmt sind, erhält der in der organischen Zelle sitzende Entzündungsherd minderen oder größeren Blutzufluß 1) für die Ernährung der (Töchterzellen erzeugenden) gereizten (contrahirten oder entzündeten) Mutterzelle und 2) für das Exsudat. Die Großartigkeit und Extensität der Entzündung hängt also von der geringeren oder größeren Thätigkeit der Nerven ab, während die Intensität und Qualität der Entzündung mehr von der größeren oder geringeren Reizursache und der größeren oder geringeren Reizbarkeit der organischen Zelle selbst abhängig ist. Der Umfang und die Härte der Geschwulst, die Höhe oder Tiefe der Röthe, die Menge des angehäuften Blutes wie des entzündlichen Esudates und wegen der Ernährung der organischen Zelle und ihrer größeren oder geringeren Erzeugungsfähigkeit auch die Menge der neuerzeugten Zellen, der Eiterzellen, hängt von der größeren oder geringeren Erschlaffung der Gefäßmuskeln, von der größeren oder geringeren Erlahmung der Gefäßnerven ab. Diejenige Beschaffenheit der Atmosphärilien, welche durch ihre Einwirkung auf die Haut (und die Bronchial-Schleimhaut) mittelst Reflexes die Thätigkeit der Gefäßnerven herabsetzt oder lähmt, begründet diejenige epidemische Krankheits-Constitution, welche man sonst den Genius epidemicus inflammatorius zu nennen pflegte. Der gegenwärtig seit einer Reihe von Jahren mit kurzen Unterbrechungen herrschende Krankheits-Genius bildet das Gegentheil des Entzündlichen und es gehören großartige Entzündungen, welche wie in den zwanziger Jahren zur Heilung Verringerung der Blutmenge als der Quelle der Congestion und des Exsudates durch Aderlässe erfordern, zur Zeit zu den Seltenheiten, während jetzt die schnelleintretende Eiterbildung und das leichte Absterben der entzündeten Zellen, der Brand wie die von diesen abhängige Pyämie, für eine größere Intensität der Entzündung Zeugniß ablegen.*)

---

*) Veröffentlicht zum erstenmale Aerztl. Intelligenzblatt 1860. Nr. 5.

Dynamik des Fiebers.

Das characteristischeste Symptom des Fiebers überhaupt ist die Beschleunigung des Arterienschlages oder die vermehrte Pulsfrequenz. Bei Erwachsenen ist die Pulsfrequenz in gesundem Zustande von einer Anzahl von 60 bis 70 Pulsschlägen in der Minute. Im Fieberzustand erhöht sich die Pulsfrequenz zu einer Anzahl von 80 bis 120 bis 140 und darüber Pulsschlägen in der Minute. Wir haben in unserem Briefe über die Dynamik des Nervensystems die Meinung ausgesprochen, daß die typische Contraction der Arterienmuskelfasern, also die Gefäßbewegung, so wie jede der continuirlichen Contractionen der unwillkürlichen Muskel überhaupt in Folge der Contraction der Ganglienervenzellen durch den Contact mit den sich in den Capillarien ausdehnenden und sich von der Adhäsion an die Blutkügelchen frei machenden Sauerstoffe hervorgerufen werde. In den Fällen nun, und in specie des Fiebers, wo die typischen Contractionen der Blutgefäßmuskelfasern eine Beschleunigung und Vermehrung erfahren, muß zu der gewöhnlichen Contractionskraft der sich expandirenden Sauerstoffmoleküle noch eine andere Kraft hinzukommen, welche auf die Nervenzellen der Ganglien, von denen die motorischen Nerven der Gefäßmuskeln abstammen, ebenfalls contrahirend, oder wenigstens den durch den Sauerstoffcontact erzeugten Typus der Muskelcontraction störend einwirkt. Diese die Geschwindigkeit der Pulsschläge alterirende Einwirkung, so läßt sich wohl nicht anders denken, muß den Gefäßnervenganglien durch die Leitungsnerven, welche in sie einmünden, beigebracht werden. Wir haben oben aber gesehen, daß die Nervenganglien, von denen die Contraction der unwillkürlichen Muskel ausgehet, mit Nervenganglien anderen Systemes, den kleinen peripherischen Ganglien und den Ganglien des sympathischen Nerven, sowie auch, daß die Ganglien des sympathischen Nerven mit den Nervenzellen des Rückenmarkes durch Leitungsnerven in Verbindung stehen. Daß die Verbindung des Rückenmarkes mit den Ganglien des sympathischen Nerven und mit den Ganglien für die Thätigkeit der unwillkürlichen Muskel einen wenn nicht unmittelbaren doch

mittelbaren Einfluß auf die Gefäßbewegungen zuläßt und bedingt, möchte aus der Wahrnehmung hervorgehen, daß die verschiedene Thätigkeit in dem Cerebrospinalorgan auch eine verschiedene Rückwirkung auf die Gefäßbewegungen hat. Anstrengende willkürliche Körperbewegungen, z. B. Laufen oder Steigen vermehrt die Zahl der Pulsschläge, — große Ruhe und Schlaf vermindert sie. Aber auch Vorgänge in den Nervenzellen des Gehirnes ändern die Zahl der Pulsschläge und auch die sonstige Beschaffenheit des Pulses. Große Freude vermehret, großer Schrecken vermindert die Pulsschläge, — heftiger Zorn erhöhet, große Trauer erniedriget die Pulsfrequenz. Durch die bei anstrengenden willkürlichen Bewegungen erfolgte Contraction der Rückenmarksnervenzellen wird, so erklären wir die Sache, nicht nur in den motorischen Nerven der willkürlichen Muskel ein Anziehungsnervenstrom erzeugt, sondern zugleich ein solcher negativer Nebennervenstrom in den Nerven, welche das Rückenmark mit den Ganglien des sympathischen Nerven verbinden. Durch diesen werden aber, während die willkürlichen Muskeln zusammengezogen werden, die Nervenzellen der Ganglien des sympathischen Nerven in Expansion versetzt. Durch die Expansion der Nervenzellen der sympathischen Ganglien wird in den von diesen Ganglien zu den organischen Zellen des ganzen Bindegewebessystemes gehenden Leitungsnerven sowohl, als in den von jenen zu den Nervenganglien der Gefäßmuskeln gehenden Nerven ein positiver oder Abstoßungsnervenstrom erzeugt, welcher dort eine Contraction der organischen Bindestoffzellen, hier eine Contraction der Nervenzellen der Gefäßmuskelganglien verursacht. Die Contraction der Nervenzellen der Gefäßmuskel ruft in den unwillkürlichen motorischen Leitungsnerven den die unwillkürlichen Muskel und in specie die Gefäßmuskel contrahirenden Anziehungsnervenstrom hervor. Es tritt also hier durch die willkürlichen Bewegungen eine zweite die Nervenzellen der Gefäßmuskelganglien contrahirende Ursache zu der gewöhnlichen durch den Sauerstoffcontact erzeugten Contraction hinzu, — und daher die Beschleunigung der Geschwindigkeit der Gefäßmuskelcontraction, der Gefäßbewegung. Diese dauert aber nur so lange und kurze Zeit noch darüber, als die vermehrte willkürliche Körperbewegung, das Laufen oder Steigen andauert.

Da wir im wachen Zustande mehr oder weniger in Ausübung willkürlicher Bewegungen beschäftigt sind, so ist es auch einleuchtend, daß im wachen Zustande die Anzahl der Pulsschläge eine größere, in der Ruhe und im Schlafe eine geringere ist.

Welche ist aber die Ursache der zweiten zu der Sauerstoffeinwirkung hinzukommende die Gefäßmuskelcontraction bewirkende Kraft im kranken, hier in specie im fieberhaften Zustande? Wir wollen im allgemeinen sagen: jeder Reiz, der entweder unmittelbar durch einen centripetalen Nervenstrom in den Leitungsnerven der Gefäße, oder mittelbar durch einen von den Nervenganglien des sympathicus und den peripherischen Schleimhautganglien in den diese und jene mit den Gefäßnervenganglien verbindenden Leitungsnerven zu den Gefäßnervenganglien gehenden Nervenstrom eine Contraction der Nervenzellen der Gefäßganglien verursacht. Werden z. B. die Schleimhautzellen durch irgend einen direkten oder mittelbar auf die Schleimhaut einwirkenden äußern Reiz in Contraction versetzt, so verursacht diese Contraction einen Anziehungs- oder centrifugalen Nervenstrom in den Nerven, welche zu den Schleimhautzellen von den kleinen peripherischen Schleimhautnervenganglien gehen. Durch einen solchen Nervenstrom werden die Nervenzellen der Schleimhautganglien in Expansion versetzt. Diese Expansion bewirkt einen centripetalen Abstoßungsstrom in den die Schleimhautganglien mit den Gefäßganglien verbindenden Leitungsnerven, und daher eine Contraction der Nervenzellen der Gefäßganglien, das ist eine zweite die Contraction der Gefäßmuskel hervorrufende, also eine die Gefäßbewegung beschleunigende Ursache. Es ist dieses der Fall bei allen catarrhalischen Zuständen, bei gastrischen und pituitösen (mucösen oder typhösen) Fiebern. Werden hingegen die organischen Zellen der äußern Haut (Cutis) durch irgend eine äußere Ursache, z. B. die Verdunstung von auf der Haut sich nieder- oder angeschlagenen Wasserdunstes stehender Wässer und Sümpfe in Contraction versetzt, so bewirkt diese Contraction einen centrifugalen Anziehungsstrom in den Nerven, welche von den Ganglien des Sympathicus aus zu der Haut gehen, dieser Nervenstrom ruft eine Expansion der Nervenzellen der sympathischen Ganglien und einen Abstoßungsstrom in den von diesen Ganglien zu den

Gefäßganglien gehenden Verbindungsnerven, und endlich eine Contraction der Nervenzellen der Gefäßganglien, d. i. eine zweite zu der Contraction derselben durch den Sauerstoff hinzukommende, also die Gefäßbewegung beschleunigende Kraft. In dieser von der äußern Haut ausgehenden die Gefäßbewegung beschleunigenden Ursache liegt wahrscheinlichst der Grund der kalten Fieber.

Wie wir in den beiden vorhergehenden Briefen dargethan, liegt der Grund einer Entzündung in der Contraction von organischen Zellen. Sowie diese einerseits eine Expansion der Nachbarszellen und der Blutzellen, also Wärme, Anschwellung, Blutanhäufung und Blutzersetzung als in nächster Nähe wirkende Ursache zur Folge hat, ruft sie als eine in die Ferne wirkende Ursache einmal in den Gefäßnerven, und zweitens in den von contrahirten organischen Zellen zu den sympathischen Ganglien gehenden Nerven einen centrifugalen Anziehungsstrom hervor, der sowohl die Nervenzellen der Gefäßganglien, als auch die Nervenzellen der sympathischen Ganglien zur Expansion nöthiget. Die Expansion der Nervenzellen der Gefäßganglien hat Gefäßmuskelerschlaffung, — und die Expansion der Nervenzellen der sympathischen Ganglien hat einen Abstoßungsstrom in den diese mit den Gefäßganglien verbindenden Nerven und endlich eine Contraction der Nervenzellen der Gefäßganglien zur Folge. In dem einen Moment werden also die Nervenzellen der Gefäßganglien unmittelbar von den Entzündungszellen in Expansion, in dem andern Moment mittelbar mittels der sympathischen Ganglien in Contraction versetzt, in dem einen Moment die Gefäßmuskel in Erschlaffung, in dem andern in Action gebracht, in dem einen Moment die Gefäße erweitert, in dem andern Moment verengert. Die also in zweierlei Weise auf die Gefäßbewegung beschleunigend wirkende Entzündung mag der Grund sein des bei Entzündungen in der Regel wahrzunehmenden harten und vollen oder großen Pulses.

Wir haben oben die Ansicht aufgestellt, daß die Contraction der Schleimhautzellen von wegen der Nervenverbindung der Schleimhautnervenganglien mit den Gefäßganglien Pulsbeschleunigung und also Fieber hervorbringt, — wir tragen hier noch nach, daß die hiedurch bewirkte Contraction der Nervenzellen

der Gefäßganglien mittels der Nervenverbindung mit den sympathischen Ganglien die Nervenzellen dieser letzteren in Expansion versetzt werden. Die Expansion der Nervenzellen der sympathischen Ganglien hat in den von ihnen zu den organischen Zellen der Leibesgewebe gehenden Nerven einen centrifugalen Abstoßungsstrom zur Folge, und ein solcher bewirkt in den organischen Zellen eine Contraction. Glauben wir einerseits, daß die sowohl durch die Nervenzellencontraction der sympathischen Ganglien, als durch den Sauerstoffcontact, also durch doppelte Kraft bewirkte, gesteigerte Contraction der organischen Zellen der Grund der geringeren Nahrungsaufnahme und Stoffeausscheidung überhaupt liege, wie sie bei Fiebern in den ersten Stadien zu bemerken ist, so erkennen wir in den bei Fiebern an und auf der äußeren Haut bemerkbaren Veränderungen eine ähnliche Wirkung des Nervenflusses der sympathischen Ganglien. Wir nehmen in den typhösen Fiebern einen mehr oder minder hohen Grad von Hautabschuppung — Absterben der Epidermis und Ausfallen der Haare — wahr. Wir glauben nun, daß das Absterben der Epidermis eine Folge der durch die abnorme Thätigkeit der sympathischen Nervenganglien ist, und eben so, daß die bei den exanthematischen Fiebern erscheinenden kleinen Entzündungsherde — in einer auf dieselbe Weise von dem sympathischen Nervenstrom hervorgerufenen Contraction der organischen Zellen der Cutis ihren Grund haben. Der Intensität des sympathischen Nervenstromes entspräche vielleicht, so vermuthen wir, die Intensität der exanthematischen Entzündungsheerde, welche geringer zu sein scheint bei den Typhen, dem Scharlach, den Masern, Friesel, und größer bei den Pocken und Pestbeulen. Sonach erkennen wir auch den letzten Grund der Fieberexantheme in einer Reizung der Schleimhaut, vornehmlich des Darmkanales, respective einer Contraction der Schleimhautzellen. Auf dieselbe Weise nur in umgekehrter Richtung durch die Nervenverbindung der drei verschiedenen Nervenganglienſysteme möchten wir die Erkrankung der Schleimhaut durch die primäre Contraction der Hautzellen in Folge der Abdünstung von auf der Cutis sich abgelagerten Gasen erklären, welche dem mit verwesenden organischen Stoffen imprägnirten Grunde und Mauerwerk unserer Wohnungen und den von sogenannten contagiösen Krankheiten Befallenen

aus ihrer Leibesoberfläche entströmen. Die Hautzellen contrahirend rufen sie durch den centrifugalen Nervenstrom in den sympathischen Ganglien eine Expansion der Nervenzellen, sofort eine Contraction der Nervenzellen der Gefäßganglien und Fieber, und endlich Expansion der Nervenzellen der Schleimhautganglien, und schließlich eine Contraction der Schleimhautzellen hervor. Daß die Contraction der Schleimhautzellen in ihrer nächsten Wirkung die früher sogenannten Enantheme, die entzündliche Anschwellung der Schleimhautdrüsen und die Ulcerationen derselben verursache, entspricht ebenfalls unserer Ansicht über das Wesen und die Entstehung einer Entzündung.

Wir haben weiter oben erläutert, wie bei gesteigerter Thätigkeit des Rückenmarkes und Gehirnes, z. B. bei angestrengter Körpersbewegung eine Beschleunigung der Gefäßbewegung erfolget, wir wissen aber auch, daß Fieber unwillkürliche Thätigkeitsäußerungen in den der Willkür unterworfenen Organen verursachen. Denken wir uns durch die bei Fiebern immer hervorgerufene Expansion der Nervenzellen der sympathischen Ganglien einen positiven oder Abstoßungsstrom in den diese Ganglien mit dem Rückenmark verbindenden Nerven nachfolgen, so werden die Rückenmarksnervenzellen in Contraction versetzt. Diese Contraction bewirkt einen Anziehungsstrom in den motorischen Nerven, und wir finden hierin das bei Fiebern erscheinende Gliederschütteln, den Schüttelfrost, die Convulsionen und Krämpfe und das Muskel- und Sehnenhüpfen begründet. Durch die Contraction der mit den Empfindungsnerven verbundenen Rückenmarksnervenzellen finden wir den größern oder geringern Grad der Gefühllosigkeit der Fieberkranken erkläret. Durch den Anziehungsstrom, welchen die Contraction der Rückenmarksnervenzellen in den Verbindungsnerven zwischen Rückenmark und Gehirn hervorruft, entsteht Expansion der Nervenzellen beider Hirne, und es erklärt sich uns hieraus das Erscheinen von Delirien, bewußtlosen Handlungen, und da wegen Gleichartigkeit der Pole kein Nervenstrom zwischen Nervenzellen des kleinen Hirnes und denen des großen Hirnes stattfinden kann, Bewußtlosigkeit und Betäubung bei heftigen Fiebern.

Die physikalische Wirkung der Arzneimittel.

Setzt man einen elastischen Schröpfkopf auf die Haut, und nimmt ihn nach einigen Minuten wieder ab, so findet man die Haut an der Stelle des angelegten Schröpfkopfes geschwollen, geröthet und warm. Die Röthe und Anschwellung verliert sich nach einiger Zeit wieder und es bleibt zuletzt nur ein Blutunterlauf für mehrere Tage zurück. Hat der Schröpfkopf stärker und länger gezogen, so findet man nach Abnahme desselben die Haut mit Blasen bedeckt, welche denen durch Verbrennung oder nach Vesicantien entstandenen ganz und gar gleichen. Die durch den Schröpfkopf erzeugten Veränderungen der Haut sind Wirkungen rein physikalischer Kräfte. Die Menge der Luft im Schröpfkopfraum wird nämlich durch Zusammendrückung seiner elastischen Wände beim Aufsetzen auf die Haut zum Theil verdrängt, und wenn nach Aufhören des Druckes beim Aufsetzen durch die Elasticität der Wände die Höhle wieder ihren vorigen Raum zu gewinnen sucht, füllt die übriggebliebene Luft den vergrößerten Raum nicht mehr aus, es wird dann sowohl der Luftrest expandirt als auch werden die Weichtheile unsers Leibes, auf welchen der Schröpfkopf sitzt, in seinen leerwerdenden Raum und mit ihnen das in den Blutgefäßen der Haut laufende Blut hineingezogen. Das Blut dringt entweder, indem es mechanisch die Gefäßwände zerreißt, in die Intercellularräume und es entsteht hiedurch ein Blutunterlauf, — oder es schwitzt durch die Gefäßwände das Blutwasser, das Serum hindurch, welches sich unter der emporgehobenen Epidermis anhäuft und so Blasen bildet. — Bei Saugpumpapparaten geschieht die Verringerung der Luftmenge durch Auspumpen der Luft, — bei den gläsernen Schröpfköpfen wird durch Erwärmung die im Schröpfkopfraum enthaltene Luftmenge ausgedehnt und zum Theil hinausgetrieben. Wenn die im Schröpfkopfraum nach Aufsetzen des Schröpfkopfes durch Wärme ausgedehnte Luft wieder erkaltet, sich zusammenzieht und einen kleineren Raum als ehevor einnimmt, so werden die Weichtheile der Haut gezwungen, in den leer gewordenen Raum so viel als möglich einzudringen.

In der That sind es gleichfalls nur wieder physikalische

Kräfte, welche die Blasen, die Röthung u. dgl. bei Verbrennungen oder bei der Anwendung von Rubefacientien und Vesicantien auf der Haut hervorbringen. Ich habe in dem Brief über Dynamik der Entzündung schon die Ansicht ausgesprochen, daß bei Verbreunung die eine Anschwellung verursachende Zellenausdehnung, die rothmachende Anhäufung der Blutkügelchen und die Durchschwitzung des Blutserums durch die Gefäßwände durch eine Anziehungskraft erwirkt werden, welche in der Entstehung leeren Raumes in Folge der Volumsverkleinerung der Sauerstoff- und Wasserstoffgase der Inflammabilien bei ihrer Verbindung zu dem einen kleinern Raum einnehmenden Wassergas ihren Grund hat, oder in der Raumerweiterung, welche die sich abkühlenden, d. i. zusammenziehenden heißen Flüssigkeiten veranlassen. Aehnliche Wirkung läßt auf ähnliche Ursache schließen, und so mag denn die rothmachende und blasenziehende Wirkung verschiedener Stoffe auch ihren Grund in der physikalischen Kraft der Anziehung resp. Zusammenziehung dieser Stoffe haben. Ein frisch abgezogenes Eihäutchen auf die Haut gelegt röthet diese, wenn und sobald das an jenem klebende Eiweiß eintrocknet, zusammenschrumpfend auf einen kleineren Raum sich beschränket. In den nach der Verdunstung des Wassers des eintrocknenden Eiweißes entstandenen leeren Raum treten Haut und die Blutkügelchen ihrer Gefäße ein. Englischer Hefttaffet oder jedes Klebepflaster bringt bekanntlich bei reizbaren Personen auf ihrer zarten Haut auf dieselbe Weise dieselbe Wirkung hervor. Indem der flüssige Sauerteig oder eine Mischung von Essig und Mehl vertrocknet, wird durch ihn leichte Röthe mit dem Gefühl von Wärme auf der Hautstelle, die damit belegt, erzeugt. Bei dem Senfteig wird die Eintrocknung mehr beschleunigt durch die Verdunstung des im warmen Teige sich entwickelnden ätherischen Senföles, die Anziehungskraft der eingetrockneten und sich auf einen kleinern Raum zusammenziehenden Senfpulver- und Mehlmolekülen also verstärkt, daher in kürzerer Zeit die rothmachende Wirkung des Senfteigumschlages. Der ätherische Bestandtheil des Senföles ruft durch seine Verdunstung eine äußerst rasche Eintrocknung der Fettmoleküle und eine eben so rasche Röthung der Haut hervor. Deßgleichen wirkt das Cantharidenpflaster rothmachend und blasenziehend auf die

Haut, indem durch die Feuchtigkeit und Wärme der ausdünstenden Haut das flüchtige Oel des Cantharidenpulvers entwickelt wird, dieses verdunstet, dadurch die Eintrocknung der Pflastermassentheilchen befördert und diese bei ihrer Einschrumpfung oder Zusammenziehung mit jener starken und dauernd wirkenden Anziehungskraft versieht, welche die Blasenbildung hervorruft. Wie das Senföl, so wirkt auch die Lösung des Cantharidins in Aether, Alkohol oder ätherischen Oelen durch Verdunstung dieser flüchtigen Bestandtheile und die beschleunigte Eintrocknung oder Zusammenziehung der nicht flüchtigen Bestandtheile rascher röthend und blasenziehend als die Canthaxidenpflastermasse selbst.

Als indirekter Beweis, daß die benannten Hautreizmittel auf physikalische Weise die bekannten Veränderungen hervorbringen, und nicht etwa ein mystisches Acre, möchte der Umstand gelten, daß sie z. B. Senf in Mund und Magen gebracht, solche Wirkungen wie auf der Haut nicht auf der Schleimhaut hervorbringen. Auf dieser, besonders des Magens ist nicht die Möglichkeit der Verdunstung der flüchtigen Bestandtheile gegeben, sie bleiben in ihrer Flüssigkeit gelöset und werden, wenn sie auch trocken in den Magen gelangen, durch die Magensecrete erst oder noch mehr mit Flüssigkeit gemengt. Die Wirkung des Senfkornes, sei es, daß es trocken oder als flüssiger Brei in den Magen gebracht wird, ist wohl auch eine reizende, stimulirende aber in weit minderem Grade als auf der Haut und dem geringen Grade der Contraction entsprechend, die das Senfkorn oder Senfmehl durch die bei seiner Vermengung mit der warmen Flüssigkeit im Magen sich machende Entwicklung seines ätherischen Oeles, also durch einen Expansionsakt auf die Schleimhautzellen des Magens ausübt. Diese physikalisch contrahirende Wirkung auf die Schleimhautzellen hat eine andere zur Folge, indem durch die Contraction der Schleimhautzellen sowohl in den zu den Schleimhautganglien als auch zu den Gefäßganglien gehenden Nerven ein Anziehungsnervenstrom hervorgerufen wird, der eine Expansion der Nervenzellen dieser Ganglien verursacht, welche wieder durch einen Abstoßungsstrom eine Erschlaffung und Erweiterung der Aufsaugungskanälchen, und den secernirenden Arterien und so ein Ausfließen von

Flüssigkeiten in den Magen und Darmkanal zur Folge hat. Nur dann, wenn die genossene Menge von Senfmolekülen eine so geringe ist, daß das aus ihr entwickelte ätherische Oel keine Contraction der Schleimhautzellen selbst von vorneherein bewirkt, können die Senfmoleküle durch die Aufsaugkanäle, insbesondere die Venen in den Kreislauf des Blutes gebracht werden, mit welchem gemischt sie sowohl auf dieses selbst, auf die Blutgefäßwandungen und in den Capillarien angelangt auf die organischen Zellen des ganzen Leibes selbst, und zwar, wie ich glaube durch die Expansion ihres ätherischen Oeles, contrahirend, tonisirend einwirken. Ich stehe daher nicht an, meinen gewonnenen Ansichten gemäß, mich dem Glauben hinzugeben, daß alle inneren Arzneimittel, in so ferne sie nicht in einer Menge gegeben werden, in der sie Toxikation oder Aetzung hervorbringen, nicht chemisch sondern rein physikalisch auf die organischen Zellen unseres Leibes einwirken. Die chemischen Veränderungen, welche gewisse Arzneistoffe im thierischen Körper erlangen, lassen sich auf die Verbindungen derselben mit den Salzen, Laugen- und Säurebestandtheilen der Secrete des Verdauungskanales, des Blutes und der Secretstoffe zurückführen. Von dem phosphorsauren Natron, das innerlich genommen wird, findet sich im Harne z. B. keine Phosphorsäure, sondern nur Natron, wohl aber die Phosphorsäure mit den Kothexcrementen verbunden. Calomel wird durch Neuaufnahme von Salzsäure aus dem Magensafte in Sublimat verwandelt, und Jodkali erleidet im Magensaft eine Zersetzung, welche die Bildung von Jodwasserstoff und salz- oder milchsaurem Kali veranlaßt. Die Salze von Quecksilber und Jod, wahrscheinlich auch Antimon verursachen die Ausscheidung von Eiweiß nicht etwa durch eine chemische Verbindung mit dem Eiweiß oder den Bestandtheilen desselben, sondern dadurch, daß ihre Moleküle physikalisch und zwar contrahirend auf den Eiweißstoff einwirken, eine Coagulation des in den Intercellularräumen abgelagerten Eiweißstoffes, oder des Eiweißgehaltes der organischen Zellen selbst hervorbringen, wodurch dieser Stoff unfähig gemacht wird, in weiterer Verbindung mit den organischen Zellen zu verharren und also abgelöset in der Blutmasse dem Zerfall überlassen und aus dem Blute durch die verschiedenen Secretionsorgane als solcher oder

in seine Elemente zerlegt aus dem Körper ausgeschieden wird. Eiweiß wird bekanntlich durch Quecksilberchlorid gefällt, — der Niederschlag enthält zwar Albumen, Quecksilber und Chlor, aber deßungeachtet kann das Quecksilberchloridalbuminat keine chemische Verbindung genannt werden; — das Albumen hat von seinen Bestandtheilen nichts verloren, ebensowenig, als wie dasjenige, welches aus seiner Lösung durch Hitze, Alkohol oder Metallsäuren geschieden wird. Das flüssige Eiweiß wird durch die mechanische Berührung mit dem Quecksilberchlorid in ähnlicher Weise zur Coagulation, d. i. Contraction gebracht, wie z. B. das in flüssiger, wässeriger Lösung befindliche Glaubersalz durch den bloß mechanischen Stoß, den man der flüssigen Lösung mit einem Metallstäbchen versetzt, plötzlich zur Krystallisation gelangt. Es ist damit nur eine Gestaltveränderung und nicht eine Veränderung des Verhältnisses der chemischen Bestandtheile des Eiweißes oder Glaubersalzes bewirkt worden. Ich halte dafür, daß der durch Quecksilber- oder Jodsalze coagulirte aus dem organischen oder besser mechanischen Zusammenhange mit den Gefäß- und Drüsenzellenwänden gebrachte und abgelöste Eiweißstoff erst in der Blutmasse der chemisch-zersetzenden Einwirkung des an den Blutkügelchen adhärirenden Sauerstoffes und der im Blutwasser enthaltenen freien Salzen unterliegt und so vielleicht als ein anderer Körper oder Körpersbestandtheil aus dem Leibe ausgeschieden wird, — ähnlich wie ein mit Jod behandelter Eiweißstoff oder ein Stück thierischer Substanz schneller der Einwirkung des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft und so der Zersetzung erliegt. Die primäre und aktuelle Wirkung eines Quecksilber- oder Jodsalzes auf den freien Eiweißstoff und auf die thierisch-organischen Bestandtheile ist und bleibt eine rein physikalische.

Die physikalische Wirkung der inneren Arzneimittel ist unserer Ansicht nach primär entweder eine contrahirende oder eine expandirende, und je nach dem Wege, den die Arzneitheilchen in unsern Körper machen, ist zu unterscheiden 1) ihre contrahirende oder expandirende Wirkung auf die Schleimhaut des Magens und der Gedärme, — 2) wenn und nachdem sie durch die Venen dieser Organe in die Blutgefäße aufgenommen worden, ihre Wirkung auf die Wände der Venen des Pfort-

adersystemes, — 3) auf die Wände des Herzen und der Arterien, — 4) auf die organischen Zellen, mit denen sie in den Haargefäßen in Berührung kommen, — 5) auf die Blutmischung, und 6) auf die Secrete.

Ihre secundäre Wirkung besteht 1) in der veränderten Nervenströmung, zu welcher die durch sie contrahirten oder expandirten organischen Zellen im Ganglienneruensysteme und bei höherem Grade der Einwirkung auch im Gehirn- und Rückenmarknervensysteme die Veranlassung geben; und 2) in den chemischen Prozessen, welche ihre Verbindung mit Elementen der Blutbestandtheile oder der Secrete erzeugen.

Als tertiäre Wirkung erachte ich diejenigen Symptome, welche als Funktionsstörungen des Organismus als Ganzen und seiner Theile durch die secundäre Wirkung der Arzneimittel hervorgebracht werden. In so ferne und um so mehr die Arzneistoffe contrahirend auf die Schleimhautzellen des Verdauungskanales wirken, in so ferne und um so mehr wirken sie abführend, und um so weniger werden sie aufgesogen und um so weniger können sie eine Wirkung auf Gefäße, Blut und die Zellen des ganzen Leibes ausüben. Denn die Contraction der Schleimhautzellen verursacht einen Anziehungsnervenstrom und eine Expansion der Nervenzellen der Schleimhautganglien, von daher auch eine Erschlaffung der Aufsaugungskanälchen und Erweiterung derselben, so daß wohl die in diesen abgelagert werdende Flüssigkeit aus den Oeffnungen der Aufsaugungsorganchen in den Verdauungskanal ausfließen, aber keine Flüssigkeit von ihnen aufgesaugt und weiter in den Organismus befördert werden kann. Die in den Darmkanal abgesonderte Flüssigkeit befördert die weichen und wässerigen Stühle, mit denen auch die verschluckten Arzneimittel abgehen. In kleiner Dosis genommen, so daß sie keine oder keine bedeutende Contraction der Schleimhautzellen verursachen, werden die Arzneistoffe von den Aufsaugungsorganen des Verdauungskanales aufgenommen und durch die Venen in den Blutkreislauf gebracht.

Den Arzneistoffen, welche wie die Laugen- und Metallsalze und die an Salzen und Alkaloiden vorherrschend reichen Pflanzenstoffe contrahirend auf die Schleimhautzellen des Verdauungskanales, und daher abführend wirken, stehen andere Arzneistoffe

entgegen, welche wie die Säuren und Opium expandirend auf die Schleimhautzellen wirken, und daher weil sie einen Abstoßungs- oder positiven Nervenstrom hervorrufen, die Nervenzellen der Schleimhautganglien contrahiren und hiedurch mittels eines Anziehungsstromes in den zu den Bewegungselementen der Aufsaugungsorgane gehenden Nervenfäden eine Zusammenziehung dieser verursachen, die Aufsaugung in dem Verdauungskanal befördern und die Secretion vermindern, daher statt abführend, verstopfend wirken. Aus der Aehnlichkeit der primären Wirkung auf die Schleimhaut des Verdauungskanales des Opiums und der Säuren, und aus dem Umstande, daß das im Opium enthaltene Morphium mehr abführend als verstopfend wirkt, scheint die verstopfende Wirkung des Opiums mehr dem Einfluß der ebenfalls im Opium enthaltenen Mekonsäure zuzuschreiben zu sein. So wirkt auch in den Blutkreislauf versetzt Opium sowie die Säuren die Gefäßbewegung beschleunigend, die Contraction der Gefäßmuskeln steigernd, und die Secretionen vermindernd, während die Alkaloide, Laugen und Salze die Contraction der Gefäßmuskel herabsetzen und überhaupt dadurch die Secretionen vermehren. Auch in seiner betäubenden Wirkung auf das Gehirn scheint Opium den Schlaf durch Expansion der Nervenzellen beider Hirne, Morphium hingegen durch Contraction derselben herbeizuführen, und während Opium auf die willkürlichen Bewegungsorgane mehr lähmend wirkt, Morphium aber eher Krämpfe und Convulsionen herbeiführt, scheinen auch durch jenes die Rückenmarksnervenzellen expandirt, durch Morphium contrahirt zu werden. Während die Pupille bei Opiumvergiftung unbeweglich, ist sie bei Morphiumvergiftung verengt. Aus dem Umstand, daß Opium das beste Mittel gegen Alkoholvergiftung (delirium tremens) ist, aber Morphium nicht, kann man auch den Schluß ziehen, daß während Opium die Nervenzellen des Gehirnes expandirt, die Alkohole, sowie die Aetherarten und ätherisches Oel enthaltende Arzneistoffe die Nervenzellen contrahiren.

Das in der Medicin werthvollste Alkoloid ist das Chinin, als das sicherste Heilmittel des kalten Fiebers. Wir haben in dem vorigen Briefe die Vermuthung ausgesprochen, daß das kalte Fieber seinen Grund in einer krankhaften Expansion der

Nervenzellen der sympathischen Ganglien habe. Da wir den Alkaloiden eine contrahirende Einwirkung auf die organischen Zellen zuschreiben, so möchte in der in Folge des Chinins hervorgebrachten Wiederzusammenziehung der Nervenzellen besagter Ganglien und in der hiedurch herbeigeführten Anziehungsnervenströmung in den sympathischen Ganglienerven die Ursache der Wiederherstellung des Tonus, der normalen Elasticität der organischen Zellen und die Heilung des kalten Fiebers zu suchen sein.

Es liegt nicht in meiner Absicht noch in meiner Kraft, und würde eine andere gründlichere und ausführlichere Form der Bearbeitung erfordern, weiter in das Detail einer meinen ausgesprochenen Prinzipien entsprechenden Lehre von der Wirkung der Arzneimittel einzugehen, und möchte ich nur durch das wenig Gesagte eine Andeutung geben, daß die Arzneistoffe die Krankheiten, gegen die sie gegeben werden, nicht durch eine Verbindung mit den organischen Molekülen unseres Leibes heben, nicht daß sie Bestandtheile unseres Leibes werden und als solche ins Gewicht fallen, nicht daß z. B. die Bleichsucht durch Eisen geheilt wird, weil dieses das Eisen des Blutes vermehrt, sondern, — denn die Bleichsucht wurde ja auch durch Blei geheilt, — weil das Eisen contrahirend, d. i. tonisirend auf die organischen Zellen der Blutbereitungsorgane einwirkt; — ich wollte, sage ich, nur andeuten, daß alle Heilmittel, indem sie bei ihrer Wanderung durch den Organismus die organischen Zellen berühren, auf diese nur eine mechanische, physikalische Wirkung ausüben; sie durch einen Expansionsakt entweder contrahiren, oder durch einen Zusammenziehungsakt expandiren. Als die organische Zelle durch Berührung contrahirend und hiedurch einen die Muskel- oder Bewegungsfaser erschlaffende Nervenströmung hervorrufend erscheinen mir jene Stoffe, welche die Physik und Chemie die positiv-electrischen Körper nennet, — und als die organische Zelle bei der Berührung expandirend und hiedurch einen die Muskel- oder Bewegungsfaser an oder zusammenziehenden Nervenstrom hervorrufend erscheinen mir die negativ-electrischen Körper.

Ueber Nachwirkung der Bäder.

In einem früheren Briefe über Wirkung und Nutzen der Bäder *) habe ich die momentanen während des einige Minuten bis zu einer Stunde dauernden Verweilens im Wasser hervortretenden Erscheinungen zum Gegenstand der Besprechung gewählt. Ich habe erwähnt, daß kalte Bäder den Leib erkalten, warme Bäder ihn erwärmen, — und daß die Differenz der reinen oder an mineralischen Bestandtheilen ärmeren und der an solchen reicheren Bäder in der geringeren oder stärkeren Electricitätsleitungsfähigkeit, der Fähigkeit, die thierische Electricität von und aus dem Körper abzuleiten, bestehe, was sich vorzüglich durch das geringere oder bedeutendere Angegriffensein der Badenden kund gebe. Ich habe dort auch die Erwähnung gethan, daß nach den neuesten experimentellen Erfahrungen eine Auffaugung von Wasser oder dessen mineralischen Bestandtheilen durch die Haut nicht statt finde, nicht statt finden könne. Die Haut ist ihrer Function nach kein auffaugendes, einnehmendes, sondern ein secernirendes, ausscheidendes Organ. Die Schweißdrüsen saugen nicht ein, sondern stoßen aus, sowie die Arterien (Pulsadern) auch nicht auffaugen, was aber wohl die Venen (Blutadern) thun.

Die hornartige Oberhaut, Epidermis aber, sagten wir, gibt ein Hinderniß ab, daß Flüssigkeiten und mit diesen die in ihnen enthaltenen mineralischen Stoffe per endosmosin, durch physikalisches Eindringen in und durch die Haut zur Aufnahme in unseren Leib gebracht werden. Die Epidermis müsse zu diesem Zwecke erst permeabel gemacht werden. Die Beschaffenheit der Durchdringlichkeit für Flüssigkeiten erlangt sie aber nicht während der kurzen Badezeit durch den bloßen Contact mit dem Wasser, sondern es ist hiezu ein längeres, mehrstündiges Verweilen des Leibes im Wasser nothwendig, wie es wohl bei Wäscherinnen an den Händen der Fall sein kann, welche den ganzen Tag ihrer Beschäftigung obliegen. Das Runzeln der Haut an den Fingerspitzen, wie es bei langem Verweilen im

*) Siehe Phys. Briefe S. 9.

Wasser zum Vorschein kommt, ist ein Zeichen des Aufgeweichtseins, der Durchwässerung der Epidermis. Schneller erlangt diese die Eigenschaft der Permeabilität für Flüssigkeiten und die in diesen enthaltenen kleinsten Theilchen fester Stoffe durch Reibung, auf welche Weise man auch ölige und fette Substanzen dem Körper einzuverleiben pflegt. Die Wirkung des Reibens ist nämlich eine zweifache, einmal wird der Schmutzbeleg und nächst diesem die todtliegende Schicht schon abgestorbener Epidermis entfernt, und die Oberhaut dadurch nicht nur verdünnt, sondern auch des am meisten die Permeabilität behindernden Materiales entlediget. Die zweite Wirkung des Reibens besteht darin, daß die Moleküle der lebendigen Epidermisschicht und die Moleküle der zweiten Hauptschicht, welche die hornartige Epidermis beständig erzeugt, in Erregungszustand, in eine zwischen Expansion und Contraction abwechselnde Vibrationsbewegung versetzt werden, wodurch die Oberhaut sowohl als die Unterhaut zur capillaren Bewegung, zur Endosmose fähiger gemacht wird. Obwohl es bis jetzt noch nicht durch die chemische Analyse nachgewiesen, scheint es doch möglich, daß nach längerem Verweilen in einem Wasserbad, insbesondere in Laugenbädern die Permeabilität der Epidermis hergestellt werden und eine endosmotische Aufsaugung von, mit mineralischen Stoffen versetzten Flüssigkeiten stattfinden könne. Dieselbe Wahrscheinlichkeit der Aufsaugung der chemischen Bestandtheile der Bäder mag früher eintreten, wenn die Haut — nach orientalischer Sitte — nach der ersten Hälfte der Badezeit stark abgerieben wird, und man noch längere Zeit im Bade verweilet. Aetherische Bestandtheile einer Badeflüssigkeit haben eine größere Wahrscheinlichkeit für sich, daß sie durch die Epidermis ohne vorhergegangene Präparation dieser in den Leib eindringen, wie es aber bei den mineralischen Bestandtheilen, den Salzen, dem Eisen, Jod, Brom oder Schwefel nicht so leicht der Fall sein kann. Bei allem dem aber scheint es mir, daß der häufigst beobachtete nachhaltige Nutzen der Bäder, ihre secundäre Wirkung nicht von einer Aufsaugung ihrer mineralischen Bestandtheile, die jedenfalls nur in einer bezüglich der Wirkung höchst kleinen Größe statt finden könnte, sondern von der physikalischen, dynamischen Wirkung der Badeflüssigkeit abhängig sei.

Unter die physikalischen Wirkungen rechnen wir 1) die Erwärmung oder Erkältung, 2) die Entladung der thierischen Electricität, 3) den vermehrten Druck, den die Wassermenge als Zuthat des atmosphärischen Luftdruckes auf den Leib im Bade ausübt, 4) die Stoßbewegungen, welche der Badende durch die Wellenbewegung des Meeres oder die künstliche Bewegung des Wassers und durch Douchen erleidet, 5) die Reinigung der Haut, und 6) den Reiz, welchen das Badewasser nebst seinen Ingredienzen auf die Haut ausübt.

Die Erwärmung unsers Leibes durch ein warmes Bad geschieht durch Abkühlung (Molekularwiederzusammenziehung) des 28°—32° R. heißen Badwassers. Um so viel in jedem Moment das Wasser sich abkühlet, um so viel wird unser Körper erwärmt, — um so viel nämlich die ausgedehnten Moleküle des erhitzten Wassers sich wieder zusammenziehen, um so viel können sich die Zellen und Moleküle unseres Leibes ausdehnen. Die Ausdehnung der Zellen unserer Haut nehmen wir durch das Gefühl von Wärme subjectiv wahr. Die Ausdehnung der tiefer gelegenen organischen Zellen gibt sich durch andere subjective und objective Erscheinungen während eines warmen Bades kund. Das allgemeine Gefühl des Wohlbehagens überkommt uns in demselben, die Blutadern schwellen an, und Schläfrigkeit überfällt uns, ja Schlaganfälle während eines Bades gehören eben nicht zu den großen Seltenheiten. Bewegung im Darmkanal werden wohl keinem, der mehrere warme Bäder genommen, unbemerkt geblieben sein. Die Blutadern schwellen an, weil das Blut in denselben, die Blutkügelchen und die übrigen Bestandtheile in vermehrte Ausdehnung gekommen, also das Blut einen größern Raum im Ganzen und Einzelnen im Leibe einnimmt, als vor dem Bad. So kommt es, daß auch im Gehirne die Blutmasse eine relativ zu große geworden ist, daher auf die Gehirnzellen einen Druck ausübt, welcher in geringem Grade den Schlaf, in höherm Grade aber die Apoplexie erzeugen kann. Das allgemeine Wohlbehagen ist der Zustand des Gefühles von Ausdehnung aller, außer der der Haut auch anderer organischer Zellen unsers Leibes. Dieses behagliche Gefühl gibt sich in solchen Fällen besonders kund, wo ein durch langes Gehen oder anstrengendes Arbeiten beson-

ders in großer Hitze sehr Ermüdeter ein warmes Bad nimmt. Die bei der Ermüdung stark contrahirten Moleküle des Leibes, insbesondere der Muskeln der Extremitäten und des Rumpfes werden durch die Badwärme schneller wieder zur Ausdehnung gebracht. Die zu stark und zu lange Zeit dauernde Muskelcontraction bei Krämpfen wird durch ein warmes Bad abgekürzt und gemindert. Die Ausdehnung der organischen Zellen einerseits und die der Blutbestandtheile anderseits bilden eigentlich den Wendepunkt, von dem aus die Nachwirkung eines warmen Bades beginnen kann. Denn die Ausdehnung der Bluttheilchen ist die Vorbedingung zur Zersetzung derselben und die Zellenausdehnung ist die Einleitung zur Ausscheidung alter, und zur Aufnahme neuer Nahrungselemente, Ein warmes Bad befördert also den Stoffwechsel in unserm Leibe. Nach dem Bade eintretender Hunger und Durst mögen als beweiskräftige Zeugen angeführt werden, und die dem anhaltenden Gebrauch warmer Bäder kürzere oder längere Zeit nachher sich einstellenden kritischen Ausscheidungen, Lösung und Schmelzung von Anschwellungen und verhärteten Drüsen u. dgl. müssen als die mittelbaren Folgen der wärmenden, molekularexpandirenden und daher die Secretion befördernden Wirkung der warmen Bäder angesehen werden. Was bei der Auflösung und Erweichung von Anschwellungen an den äußern Körpertheilen und an den innern Organen, welchen die Wärme noch mittheilbar ist, die feuchtwarmen sogenannten Breiumschläge (cataplasmata) durch ihre unausgesetzte Anwendung local in kürzerer Zeit beitragen, das leisten die warmen Bäder in geringerem Maße und in verhältnißmäßig längerer Zeit bei ihren täglichen oder allandertäglichen Gebrauche.

Um die Ursache der auflösenden, die Secretion befördernden Wirkung der verschiedenen Mineralquellen, welche zu warmen Bädern verwendet werden, zu erklären, hat man zur Annahme der nicht bewiesenen Aufsaugung der auflösenden Bestandtheile aus dem Badewasser durch die Haut seine Zuflucht genommen. Die allgemeine Erwärmung des Leibes durch ein warmes Bad allein ist aber hinreichend, diese Wirkung hervorzubringen und der Umstand, daß solche chronische Krankheiten, welche auf Stockungen der Säfte und Anschwellungen von Organen beruhen,

durch den Gebrauch von Bädern der verschiedensten chemischen Zusammensetzung allerorts gleich gut geheilt werden können und jährlich geheilt werden, muß schon als Beweis dienen, daß nicht die hypothetische Aufsaugung der mineralischen Bestandtheile, durch deren Art und Menge sich die verschiedenen Mineralquellen unterscheiden, die Heilwirkungsursache ist, sondern daß diese einer allen zu warmen Bädern gebrauchten Mineralquellen gemeinsamen Beschaffenheit zuzuschreiben ist, und als solche erkennen wir ihre Erwärmungstauglichkeit an. Daß Badeärzte gegen diese Ansicht sprechen und schreiben, und die Wirklichkeit der Aufsaugung der mineralischen Bestandtheile aus dem Bade durch die Haut durch alle möglichen Scheingründe darzuthun streben, nur nicht durch die Aufsuchung der etwa absorbirten Mineralien im Harne derjenigen, welche, ohne von der Mineralquelle zu trinken, nur darin baden, läßt sich aus der einmal angenommenen Gewohnheit an die alte Hypothese und vielleicht auch aus dem Grunde erklären, weil die Aufsaugungshypothese einen Unterschied und eine Bevorzugung ihrer Mineralquellen aus dem qualitativen und quantitativen Unterschied am Gehalt mineralischer Bestandtheile am leichtesten rechnungsweise darthun läßt. In der Mehrheit der Fälle werden mit Badecuren auch Trinkcuren verbunden. Solche Fälle eignen sich zur unparteiischen Beurtheilung über die Wirkungsweise der verschiedenen Mineralbäder nicht. Eisenbedürftige Bleichsüchtige werden durch den alleinigen Gebrauch von Stahlbädern nimmermehr von ihrem Leiden befreit, es müßte denn sein, daß die Bleichsucht auf unvollkommene oder krankhafte Blutbereitung in Folge von Stockungen oder Anschwellungen in den Unterleibsorganen beruht, welche Leiden, wie wir vorher zu zeigen suchten, durch die Erwärmung allein gehoben werden, also auch unter sonst gleichen Umständen durch gewöhnliche warme Wasserbäder gehoben werden könnten. Nicht weil die verschiedenen Mineralquellen Stoffe enthalten, welche in den Blutlauf aufgenommen verschiedene — chemische — Wirkungen in dem Organismus hervorzubringen im Stande sind, sondern weil sie je nach der Qualität und Quantität ihrer Bestandtheile auch einen verschiedenen Grad von Leitungsfähigkeit für Electricität besitzen, ist ihre Wirksamkeit auf den menschlichen Leib verschieden, wie wir

im erwähnten früheren Briefe darzuthun suchten. In dieser Fähigkeit ist zum Theil auch der Unterschied der Wirkung der kalten von der der warmen Bäder begründet; denn mit der höheren Temperatur der salzhaltigen Wässer steigt auch die Leitungsfähigkeit und mindert sich der Leitungswiderstand für Electricität. Kalte Mineralbäder wirken daher weniger ermattend als warme, weil diese von der Haut die thierische Electricität, welche zu der Steigerung der Blutbewegung und der Hautwärme in geradem Verhältniß steht, besser ableiten, als kalte. Sowie ferners warme Bäder durch die Zellenausdehnung erschlaffend auf unsern Leib wirken, so hingegen wirken die kalten Bäder durch die Contraction der organischen Zellen, also durch Steigerung des Zusammenhanges der Leibesmoleküle stärkend auf denselben ein. Diese kräftigende Wirkung wird durch den Druck und Stoß vermehrt, welchen die organischen Zellen von einer in Bewegung gesetzten Wassermenge erleiden, — denn Druck und Stoß wirken ebenfalls contrahirend und den Zusammenhang vermehrend, wie aus den Erfolgen des Gebrauches kalter Douchen, und von Wellenbädern entweder in der Strömung der Flüsse oder in dem Meere zur Fluthzeit ersehen werden kann. Douchen und Wellenbäder wirken aber auch noch auf eine andere Art auf den Organismus ein, indem der Druck oder Stoß des bewegten Wassers auf die Zellen der innern Organe fortgepflanzt und indem diese keiner Contractionsvermehrung momentan mehr fähig sind, in eine Art Vibration versetzt werden. Ein mäßiger Grad derselben befördert den Stoffwechsel in den bewegten Körperregionen, sowie ein übermäßiger Grad die Leitungsfähigkeit der Nerven momentan aufheben, ja sogar wie eine Gehirnerschütterung plötzlich tödten kann. Kalte Douchen wirken daher bei entzündlichen Ausschwitzungen in den Organen der Körperhöhlen, z. B. des Schädels, des Rückenmarkcanales, der Gelenkhöhlen, der Augäpfel 2c. durch Beförderung der Auffaugung heilsam.

Der Druck der Menge des Badewassers auf die unter dem Wasserspiegel befindlichen Körpertheile, weil größer als der Druck, dem der Leib in der freien Atmosphäre ausgesetzt ist, verhindert oder mindert so lange er dauert die Ausdünstung auf der Haut, befördert die peristaltische Bewegung des Darmcanales

und die Fortbewegung der festen, flüssigen und gasförmigen Darmcontente, gibt Veranlassung zur Entleerung der Harnblase, beengt das Volumen der Brusthöhle, und ruft deßhalb oft Beängstigung hervor, wenn der Brustkasten unter dem Wasser sich befindet. Brustschwache vertragen selten Vollbäder. Die günstige Nachwirkung des Wasserdruckes, welchem der Leib während der Dauer eines kalten oder warmen Bades ausgesetzt ist, beruht auf der plötzlichen Befreiung von dem Gewichte des Wassers nach dem Heraussteigen aus dem Bade, auf der plötzlich wiederkehrenden und vermehrten Ausdehnung der Moleküle und Zellen unseres Leibes, und daher dem Eintreten vermehrter Hautausdünstung.

Die Secretion auf der Haut wird bei dem Gebrauche der Bäder aber auch noch besonders durch die Auflockerung der Hautzellen durch die Wärme, durch die Reinigung der Haut von Schmutz und der auf ihr abgelagerten todten Epidermis und endlich durch eine den verschiedenen Bädern in verschiedenem Grade eigene Fähigkeit die Haut zu reizen, vermehrt und befördert.

Kalte Bäder üben einen Reiz auf die Haut aus, indem die durch ihre Kälte contrahirt werdenden Hautzellen eine Anziehung von Blut, eine Blutcongestion und Hyperämie veranlassen. Die Mineralwässer bringen denselben Reiz mittels ihres mehr oder minder großen Gehaltes an Salzen hervor und die schnellste und stärkste Blutcongestion auf der Haut ist in Bädern zu beobachten, welche sehr reich an Kohlensäure sind. Für die Kohlensäure gibt nämlich die Hautoberfläche ebenso Adhäsionspuncte ab, als wie andere feste Körper, welche man in kohlensäurereiche Flüssigkeiten gelegt, was jedermann in einem mit Champagnerwein gefüllten Glas beobachten kann, an dessen Wände und besonders an dessen Boden das kohlensaure Gas sich anlegt, von dem aus es, weil leichter als die Weinflüssigkeit, in größeren Gaskügelchen sich ablöst und emporsteigt. Nach einem nur einige Minuten langen Verweilen z. B. in einem Bade der Brückenauer Mineralquellen bemerkt man an der Oberfläche der im Wasser befindlichen Theile seines Leibes eine Röthe und ein juckendes, prickelndes Gefühl von Wärme. Diese Erscheinungen treten in Gegenden und Körpertheilen besonders

hervor, deren Lage dem Emporsteigen des sich losmachenden Kohlensäuregases hinderlich ist. Nicht dem Eisengehalt, sondern seinem Reichthum an Kohlensäure ist die vorragende Wirkung der Brückenauer Bäder zuzuschreiben.

Der größte Theil der Wirkung der Moor-Bäder besteht in dem Reiz, den sie auf der Haut hervorbringen. Der durch Bäder auf der Haut erzeugte Reiz ist aber keine Wirkung einer Aufsaugung von in der Badflüssigkeit enthaltenen mineralischen Bestandtheilen oder organischen Stoffen, sondern er ist rein physikalischer Natur, von Wärme- und Kälteerzeugung der Badeflüssigkeit und deren Ingredienzen, von der electrischen Einwirkung dieser, von der Expansion oder Contraction, in der sich eben die Moleküle der Badeflüssigkeit befinden, abhängig und hat seinen Grund in der Contraction oder Ausdehnung der Zellen und Moleküle der Haut. Durch die Molekularcontraction des warmen Badewassers werden die Leibesmoleküle ausgedehnt, d. i. erwärmt; durch das am Leibe des Badenden sich erwärmende kalte Wasser werden die Hautzellen zusammengezogen. Dieselbe Contraction der Hautzellen und Hautmoleküle wird auch hervorgebracht, indem an der Haut, als einen Körper, welcher mehr zusammengezogene Moleküle besitzt, als das Badewasser und die in diesem enthaltene Gase sind, sich sowohl die im Wasser aufgelösten Salzkrystalle als auch die gebundenen Gase anhängen. Die an die Haut adhärirten Gasemoleküle, nun frei von ihrem sie fesselnden Fluidum, werden durch die Wärme in Ausdehnung versetzt, wodurch wieder die Hautmoleküle und Zellen contrahirt werden. Eine Contraction derselben aber bewirkt Anziehung der Blutbestandtheile, und in der Anhäufung des Blutes in der Haut ist die Röthung dieses, die gesteigerte Wärme und die erhöhte Empfindung, und der brennende oder anderartige Schmerz begründet, der sich bei Reizung auf der Haut kund gibt. Eine Röthung der Haut wird besonders bei dem Gebrauch kalter Bäder, warmer kohlensäurereicher, sehr starker Soolen- und Moorbäder augenscheinlich. Obwohl die Verschiedenartigkeit der Körperconstitution auf diese mehr oder weniger hervortretende Erscheinung Einfluß hat, so wird ein und derselbe Mensch doch beim Heraussteigen aus einem kalten Bade eine röthere Färbung an seiner Haut bemerken, als

wie nach einem warmen einfachen Wasserbade. Bei dem Gebrauche eines kohlensäurereichen Bades ist aber der Farben- und Temperatur-Unterschied der Haut des unter dem Wasserspiegel und des ober diesem in der Luft sich befindlichen Theiles unseres Körpers allzu auffallend und scharf abgegrenzt, als daß man sie einer allgemeinen, durch die Wärme überhaupt hervorgebrachten Gefäßaufregung und massenhafteren Blutvertheilung zuschreiben könnte. Eine momentane, aber oft sich wiederholende Reizung der Haut läßt jedesmal in dieser eine Erhöhung ihrer Functionsthätigkeit zurück, von welcher die dem Menschen heilsame Hautausdünstung und anderartige Secretion abhängig ist und hiedurch können Stockungen in den verschiedenen Organen und insbesondere Gicht und veralteter Rheumatismus zum Verschwinden gebracht werden.

Achtzehn Monate nach Veröffentlichung dieses Briefes*) erschien im Buchhandel eine mit gründlichen Nachweisen an Kranken und exacten Experimenten an Gesunden belegtes Werk über den Gebrauch des Nauheimer Bades und der Nauheimer kohlensäure- und kochsalzhaltigen Trinkquelle von Beneke. Es ist durch die Resultate der darin bekannt gegebenen Forschungen über das Gewicht sowohl der Badenden vor und nach dem Bade als auch der eingenommenen Nahrungsstoffe und Getränke einerseits, und des Urines und der Mastdarmexcrete anderseits, und ferners durch die chemischen Untersuchungen des Urines zur Genüge bewiesen, daß durch die Bäder weder Wasser noch mineralische Bestandtheile der Nauheimer Quelle in den Organismus aufgenommen wurden, während das Ergebniß einer Aufnahme von Wasser und Salzen in den Organismus während des Trinkens von dieser Quelle durch Wiegen sowohl als durch Auffinden der eingenommenen Menge der Salze in dem Harne genau nachgewiesen wurde. Die Wirkung der Mineralbäder, — das hat nun das Experiment gezeigt, — ist nicht von einer vermutheten Aufsaugung der mineralischen Bestandtheile des Badewassers durch die Haut in den Organismus, welche in der That nicht statt findet und nicht statt finden kann, abzuleiten; sie muß und kann bei warmen Bädern in

*) Siehe Abendblatt der N. Münchener Ztg. 1858. Nr. 311 u. 312.

der Erwärmung, bei kalten Bädern in der Abkühlung durch das Badewasser, in der größern oder geringern Fähigkeit dieses, thierische Electricität abzuleiten, in dem mechanischen Druck des Wassers, den es als den Leib des Badenden statt der atmosphärischen Luft umgebendes Medium auf jenen ausübt, in dem mechanischen Stoß, den ein bewegtes Wasser dem Leib versetzt, in der Reinigung der Haut von ihrem Beleg und in dem höheren oder niederen Grade von Reizung der Haut, welche das Badewasser auf derselben hervorbringt, gesucht werden.

Als eine unmittelbare Wirkung des einfachen warmen Nauheimer Soolbades wird von B. angegeben die Verminderung der Puls- und Respirationsfrequenz. Während der vielen von mir selbst schon gebrauchten oft eine Stunde und darüber dauernden 30—33 Grad R. warmen an mineralischen Bestandtheilen armen Bädern habe ich immer die Beobachtung einer Abnahme der Pulsfrequenz an mir gemacht, und es ist bei mir nie während des Bades, wohl aber in der ersten Stunde nach dem Baden eine Vermehrung der Pulsfrequenz in dem Fall eingetreten, wenn ich eine für den Grad der durch das Bad erzeugten Ermattung zu anstrengende Körpersbewegung, z. B. bei Treppensteigen gemacht habe. Die Ursache der Verminderung der Pulsfrequenz sucht B. in einem durch das Bad hervorgebrachten Reiz der die Pulsadern beherrschenden Gangliennerven, welche gereizet bekanntlich nach den Ergebnissen aus Experimenten an Thieren keine oder eine schwächere Contraction der Gefäßmuskelfasern hervorzurufen im Stande sind. Nun läßt sich aber weder bei gewöhnlichen Wasserbädern noch bei schwachen Soolbädern ein Reizzustand auf der Haut wahrnehmen, im Gegentheil eine Erschlaffung; — und B. selbst machte bei dem Gebrauch des Nauheimer Soolbades die Erfahrung, daß die Hautthätigkeit durch dasselbe nicht gesteigert wurde. Ein Reizzeichen müßte aber denn doch auf der Haut wahrzunehmen sein, wenn wie z. B. durch einen Nadelstich oder durch Reiben der Haut die peripherischen Gefäßnerven wirklich einen Reiz durch das Badewasser erlitten hätten. Denn in Folge eines solchen Reizes müßte Erschlaffung und Erweiterung der Hautblutgefäße und Röthung der Haut eintreten, was nicht nur nicht der Fall, sondern von welchem gerade das Gegentheil,

eine Abblassung zu bemerken ist. Es scheint mir daher nothwendig, den Grund der Verminderung der Puls- und Respirationsfrequenz während eines Bades in einem andern Umstand zu suchen. Mir scheint die Ursache dieser Verminderung in der größern Fähigkeit des Wassers und noch mehr des Salzwassers, die thierische Electricität zu leiten gegeben zu sein. Bekanntlich leitet Wasser die Electricität besser, als Luft, und mit Salz gesättigtes Wasser besser als ein an Salzen armes, und weil durch das Erhitzen das Salzwasser reicher an Salz wird, erwärmte Soole dieselbe mehr als kalte. Bedeckt mit Kleidern und weilend in der atmosphärischen Luft ist unser Körper mit mehr oder weniger isolirenden Medien umgeben. Diese Isolirung wird plötzlich im Wasserbade aufgehoben. Die organischen Zellen unserer Haut werden mit einem guten Electricitätsleiter, dem Wasser, verbunden. Dieses pflanzet sowie den electrischen, so auch die Nervenströmung über den Körper hinaus fort, lenkt sie ab, und bewirkt wie ein Reiz, d. i. wie die Contraction einer Hautzelle einen centrifugalen von den Nervenzellen der Ganglien sowie der Rückenmarksnervenzellen ab nach auswärts gehende Nervenströmung. Ein centrifugaler Nervenstrom hat aber, wie wir schon zum öftern darzuthun suchten, eine Muskelerschlaffung zur Folge. Aus dieser Muskelerschlaffung auf die Gefäße bezogen, erklärt sich der weichere und seltenere Puls, — auf die unwillkürliche Muskel der Respirationsorgane bezogen, die Verminderung der Respirationsfrequenz, — auf die unwillkürliche Muskel des Verdauungskanales bezogen, die Verlangsamung der peristaltischen Darmbewegung, — und auf die willkürlichen Muskeln bezogen, die verminderte Bewegungskraft. Aus der Fortleitung des von den Nervenzellen der sympathischen Ganglien zu den Bindegewebszellen gehenden Nervenstromes, und dem daraus resultirenden Hindernisse, daß der durch die contrahirende Einwirkung des Sauerstoffes auf die Nervenzellen der Ganglien erregte centripetale Nervenstrom gehörig statt finde, läßt sich die allgemeine Erschlaffung, die Abnahme der Elasticität der organischen Zellen erklären. Letzterer bedingt auch das Gefühl der allgemeinen Ermattung und Müdigkeit. Die Badenden sind daher nach dem warmen Bade nicht im Stande, an Arbeit das zu leisten, was sie, wenn sie

nicht Bäder gebrauchten, geleistet haben, und wer längere Zeit warme Bäder gebraucht hat, wird an sich die Bemerkung machen, daß er auch zu geistigen Arbeiten mehr oder weniger unfähig geworden ist. Nicht ohne großen Nachtheil für die Gesundheit und die Körperskräfte lassen sich geistige sowohl als körperliche Arbeiten während eines Badgebrauches erzwingen, und mancher apoplektische Anfall mag durch einen solchen Frevel an seiner eigenen Kraft erzeugt worden sein. Es ist daher auch von diesem Gesichtspunkte aus ein sehr löbliches Herkommen, daß man eine Badekur nicht zu Hause, sondern an fremden Orten gebraucht, an denen man seinen gewohnten Berufsarbeiten entzogen ist, nur der Ruhe und dem wohlthuenden Müssiggange lebt. So wie in Bädern mäßige Körperbewegung, leichte geistige Unterhaltung oder auch Langeweile zum Nutzen und Frommen der Badenden wird, so schädlich und die Heilung störend wirken bekanntlich geistige Aufregung, welche letztere besonders durch das Spiel hervorgebracht und unterhalten wird.

Den Beweis, daß durch das Bad in den Körper weder etwas Materielles aufgenommen, noch etwas Materielles ausgeschieden wird, liefert die von B. constatirte Wahrnehmung des gleichen Gewichtes des Körpers (oder einer geringen beinahe nicht in Rechnung bringbaren Differenz desselben) vor und nach dem Bade. Die Hauptwirkung eines warmen Bades aber concentrirt sich denn doch in den Resultaten der Expansion, in welche die organischen Zellen unseres Leibes durch die Erwärmung versetzt werden, welche Resultate insbesondere in der leichten Resorbirbarkeit der expandirten und aufgelockerten stagnirenden Elementarstoffe in den kranken Organen ihren Grund haben. Ist aber bei dem Bade der größte Erfolg in der Erwärmung zu suchen, so werden auch jene Bäder vor Allen vorzuziehen sein, deren Einrichtung, wie die Bäder in Wildbad in Würtemberg, der Art sind, daß das Badewasser während der ganzen Dauer jeglichen Bades diejenige dem individuellen Erträgnißvermögen entsprechende höchste Temperatur beibehalte, d. i. daß ein 28—31 Grad R. warmes Wasser beständig von dem Grunde des Baderaumes aus zufließe, und weil das wärmere Wasser, weil leichter, immer nach oben, das kältere, weil spe-

zifisch schwerer, nach unten drängt, daß auch ein beständiger Abfluß des kälteren Wassers mittels von dem Grunde bis zum Wasserspiegel reichenden Abzugsröhren statt findet.

Wo und wie soll man bauen, um gesund zu wohnen?

Daß man schön und bequem wohne, darauf sieht jeder, der für sich ein Haus baut. Daß das Haus reichliche Erträgnisse liefere, darauf sieht der, der ein Haus für Andere baut. Auf die Schönheit der Façade richtet derjenige sein Augenmerk, der eine Straße anlegt; und der Punkt, der am meisten Nahrung bietet und den Verkehr begünstiget, wird von Menschen gewählt, die eine Stadt oder ein Dorf anlegen. Daß aber die Wohnung und ihre Lage des Menschen Gesundheit erhalte und sie nicht beeinträchtige, darauf sieht nicht oder selten, der ein Haus baut oder bauen läßt, eine Straße oder eine Stadt anlegt. „Zur Sonne baue" ist ein altes Gesetz, das ewig gilt. Daß eine Wohnung, die gegen Mittag gelegen, am gesündesten ist, glaubt jeder, und die Erfahrung hat gelehrt, daß die Entstehung von Scorbut, Scropheln, Gicht, Kropf und Cretinismus am meisten dem Mangel an Sonnenlicht und Wärme in den gegen Mitternacht gelegenen feuchten und kalten Wohnungen, besonders wenn sie klein und dem stetigen Luftwechsel hinderlich sind, zugeschrieben werden müsse. Nun aber gleichsam zum Hohne für genanntes Gesetz lehrt die neuere, und wenn wir gründlich zu Werke gehen auch die ältere Geschichte der Epidemieen, daß die Menschen in jenen sonst gesündesten lichten Wohnungen unter sonst gleichen Umständen am meisten von epidemischen Krankheiten ergriffen werden. Lassen Sie uns nach dem Grunde dieses scheinbaren Widerspruches nachforschen.

Die Typhuskrankheiten, Cholera, Pest ꝛc. verdanken, so lehrt die Erfahrung zur Genüge, ihre Entstehung zum einen Theil der Ausdünstung von in Verwesung begriffenen organischen Stoffen. Solche werden aber in jedem bewohnten Hause

niedergelegt, und in der Regel an der Hinterseite desselben, und sie häufen sich in immer steigendem Maße dort an, je älter die Häuser werden und je lockerer und Flüssigkeit aufnahmsfähiger der Grund ist, auf dem sie gebaut sind. In den unreinlichen Städten des Südens und des Orientes bilden auch die Straßen die Absatzorte für organische Abfälle der Einwohner. Die Zersetzung und Verwesung organischer Stoffe ist abhängig von Anfeuchtung, von dem Zutritt der atmosphärischen Luft und von Wärme. Eine je größere Anhäufung die organischen Stoffe gewonnen haben, desto größer muß die Menge des Wassers sein, womit sie angefeuchtet, in desto größeren Flächen müssen sie dem Zutritt der Luft offen stehen, und desto höher muß die Temperatur sein. Je größer die Anhäufung organischer Reste und in je höherem Grade die ebengenannten die Verwesung begünstigenden Momente vorhanden sind, desto bedeutender ist auch die Verdünstung der flüchtigen Zersetzungsproducte derselben und desto größer die Schädlichkeit für die in der Nähe wohnenden Menschen. Tritt nach Wochen lang anhaltenden Regen, oder nach Zurücktreten des Wassers nach lange andauernden Ueberschwemmungen, oder dem raschen Sinken des hochgestiegenen Brunnen- oder Grundwassers eine ebenfalls länger andauernde verhältnißmäßig sehr hohe Temperatur ein, so sind die Bedingnisse gegeben zu einer raschen Verwesung organischer Stoffe und der plötzlichen Entwicklung großer Mengen schädlicher Dünste. Es ist daher die Aufgabe der Städte- und Häuserbewohner, wollen sie so viel wie möglich von epidemischen Krankheiten befreiet bleiben, die organischen Stoffe (den Unrath) auf den Straßen und in den Hofräumen und ihren Häusern selbst zeitig aufzuräumen und sie nicht zu großen Massen anhäufen zu lassen. Denn die in Wasser aufgelösten organischen Stoffe sickern in den Boden und die aus ihnen sich entwickelnden Gase dringen in die Mauern, dort und hier ihrer Erlösung durch gesteigerte Wärme harrend. Je kleiner die Menge der verwesenden Stoffe, desto geringer ist auch ihre Schädlichkeit für die Menschen. Bei der Anlage von Häusern und Straßen ist daher darauf zu sehen, daß die Straßen und die Hofräume Jahr aus Jahr ein von der Sonne beschienen werden, damit die in flüssiger Form in den Boden gesickerten und die in Gasform in die

Mauern gedrungenen Verwesungsproducte der organischen Reste Tag für Tag, wie sie sich anhäuften, auch wieder dem Boden und den Mauern durch die Sonnenwärme entlockt werden. Es ist aber auch zweitens darauf zu sehen, daß sowohl die Straßen als die Hofräume der Häuser dem Luftzuge freigegeben sind, damit die schädlichen Dünste von dannen ziehen in das unbeengte Luftmeer. Aus diesem Grunde ist zur Erhaltung der Gesundheit der Bewohner vortheilhaft und nöthig, daß die Straßen in der Richtung von Nord nach Süd gebauet werden. In diese scheint die Sonne des Mittags in ihrer ganzen Länge hinein, — des Morgens wird die gegen Ost sehende Häuserreihe von vorne und die gegen West sehende Häuserreihe rückwärts von der Sonne beschienen; — und umgekehrt des Abends bestrahlt die Sonne die vordere Seite der gegen West sehenden Häuserreihe und die hintere Seite der gegen Ost sehenden Häuserreihe. Es wird also im Verlauf des Tages jede Stelle der Straße und jede Seite der Häuser beschienen: — im Falle sie aneinander anschließend sind, die Vorder- und Hinterseite, — im Falle sie frei stehende und nicht zu sehr im Schatten hoher Nachbarhäuser sind, im Sommer, Herbst und Frühling alle Seiten, im Winter aber nur ihre Süd-, Ost- und Westseite.

Während nun in den von Nord nach Süd angelegten Straßen die Sonne den ganzen Tag über in die Straße hineinscheint, scheint sie in den von Ost nach West gelegenen Straßen nur einige Zeit des Morgens und einige Zeit des Abends ihrer Länge nach hinein und zwar zur Sommerszeit. Zur Winterszeit aber wird nur der an die gegen Süd stehende Häuserreihe anliegende Straßentheil beschienen, und im Falle die Häuser an der Nordseite sehr hoch sind, auch gar nicht. Solche Straßen werden besonders im Früh- und Spätjahre immer feucht und kalt sein.

Die Rückseite der gegen Süd sehenden Häuser wird mit Ausnahme des Hochsommers das ganze Jahr hindurch nicht beschienen. Hingegen wird im Winter sowie im Sommer die hintere Seite der nach Norden sehenden Häuserreihe in den von Ost nach West laufenden Straßen den ganzen Tag hindurch von der Sonne bestrahlt. Zieht man nun in Betracht, daß die

Rückseite der gegen Süd gelegenen Häuser den größten Theil des Jahres gar nicht, den kleinsten Theil aber im Sommer nur eine kurze Zeit von der Sonne beschienen werden, so wird man wohl einsehen, daß die Rückseite dieser Häuser, an welcher die Cloaken und Jauchenversitzgruben in der Regel angebracht sind, stets feucht bleiben wird, stets einen sich täglich mehrenden Ueberschuß an flüssigem Unrath in dem Grunde und den Mauern der Häuser erhalten werde, weil die Feuchtigkeit nicht in dem Maße verdunsten kann, als Flüssigkeit Tag für Tag dort sich sammelt. Ebenso wird die Verwesung der organischen Abwürflinge dort wegen Mangel an Sonnenlicht und an durch dieses bedingter Wärme verzögert.

Tritt nun ein Sommer oder ein Monat ein, der überhaupt sehr heiß ist, so wird die allgemeine Wärme der atmosphärischen Luft die Verwesung der bisher feucht erhaltenen organischen Stoffe über Maß beschleunigen und die Ausdünstung wird dort viel bedeutender sein, als in den Hintergebäuden oder der Rückseite der gegen Norden sehenden Häuserreihe, weil hier der tägliche Sonnenschein während des ganzen Jahres die Verwesung der deponirten organischen Reste und die Verdünstung der flüchtigen Verwesungsproducte besorgt, also bei sonst gleichen Verhältnissen keine so große Menge zur Verwesung reifer organischer Stoffe bei ihnen vorhanden ist, als bei jenen. Wenn nun, wie allerwärts und allezeit die Erfahrung bestätigt, die Ausdünstung von in Verwesung begriffenen organischen Stoffen den Grund zu epidemischen Krankheiten abgibt, so ist es begreiflich, daß die Bewohner von Häusern, die gegen Süden liegen und deren Rückseite nicht von der Sonne beschienen werden kann, häufiger bei Epidemieen erkranken, als die Bewohner der mit der Vorderseite gegen Norden gerichteten Häuserreihe. Zieht man ferner in Betracht, daß eine längere Zeit vielleicht mehrere Wochen hindurch andauernde große Hitze eine Prädisposition zur Cholera z. B. gibt, (denn bekanntlich in den durchschnittlich sehr trockenen und heißen Jahrgängen, bei uns z. B. 1836 und 1854 kam diese Epidemie zum Vorschein), — daß also die Bewohner der gegen Süden gelegenen Häuser, weil sie in ihren vorderen Wohnzimmern mehr an Hitze zu leiden haben, auch mehr zu benannter Krankheit disponirt sind, als die Bewohner

der Häuser an der Nordseite, — so wird man leicht begreiflich finden, daß auf die mehr zur Krankheit disponirten Bewohner der Südseithäuser das zur Erzeugung der Cholera zweite Agens, nämlich die übermäßige und beschleunigte Entwicklung von Gasen verwesender organischer Stoffe in dem von organischen Flüssigkeiten imprägnirten Rücktheile ihrer Häuser einen größeren schädlichen Einfluß ausüben müsse, als bei Bewohnern der gegen Norden sehenden Häuserreihe der Fall ist, weil bei jenen die zur Cholera disponirende und die wirklich krankmachende Ursache eine stärkere ist, als bei diesen.

Die Erfahrung stimmt also überein mit der Theorie, daß von West nach Ost verlaufende Straßen eine für die Gesundheit ihrer Bewohner sehr nachtheilige und die Entstehung von epidemischen Krankheiten begünstigende Anlage besitzen, während die von Nord nach Süd verlaufenden Straßen der Gesundheit zuträglicher und der Entstehung epidemischer Krankheiten ungünstiger sind. Man wird und kann mir zwar dagegen den Einwurf machen, daß auch in den von Nord nach Süd verlaufenden Straßen viele Häuser aufzuweisen sind, welche als Herde für epidemische Krankheiten angesehen werden müssen. Aber betrachte man nur diese Gebäude näher. Ihre hohen Hintergebäude umschließen im Viereck den Hofraum des Hauses, so daß in diesem, wo wegen der größeren Anzahl der Bewohner auch mehr Unrath angehäuft wird, das ganze Jahr hindurch den Strahlen der Sonne der Zugang abgesperrt ist, auch die Winde nicht durchstreichen können, die Verwesungsdünste nicht oder nur in relativ zu geringem Maße hinweggeführt werden, also die schlechte Luft beständig darin stagnirt. Es ist schon wiederholt darauf aufmerksam gemacht worden, daß ringsum eingeschlossene Hofräume die Häuser zu Herden epidemischer Krankheiten machen, daß C a s e r n e n, G e f ä n g n i s s e, F a b r i k e n, g r o ß e M i e t h - und b e s o n d e r s K r a n k e n - und A r m e n v e r s o r g u n g s h ä u s e r im V i e r e c k gebaut, die für die G e s u n d h e i t n a c h t h e i l i g s t e und am m e i s t e n K r a n k h e i t e n e r z e u g e n d e B a u a n l a g e b e s i t z e n.

Architekten, welche solche Pläne für derlei Gebäude entwerfen, begehen unwissentlich ein Verbrechen an der Gesundheit der künftigen Bewohner derselben, sie legen den Grund zu

Epidemieen für künftige Jahrzehende und Jahrhunderte hinaus. Baubehörden sollten solche Baupläne, so vortheilhaft sie sonst in anderer, z. B. ökonomischer, militär- oder civilpolizeilicher Beziehung sein mögen, niemals genehmigen. Leider muß man die Erfahrung in der Welt machen, daß superkluge Menschen nicht einmal durch Schaden klug gemacht werden und die einmal begangenen Fehler nicht als solche einsehen wollen; — und ich halte Eingangs erwähnte Bemerkung, daß bei Anlagen von Bauten die Rücksicht auf die Gesundheit ihrer künftigen Bewohner die allerletzte ist oder ihr ganz und gar nicht Rechnung getragen wird, — durch die Erfahrung gerechtfertigt.

Wie es nun bei Anlegung von Straßen die erste Bedingniß nach unserm Dafürhalten sein sollte, daß ihre Richtung die von Nord nach Süd werde, so sehe ich auch als zweite Bedingniß an, daß die Hintergebäude so angelegt werden, daß sie den reinigenden Luftstrom von der Rückseite der Häuser nicht aufhalten, daß sie also nicht im rechten Winkel mit den Vorderhäusern in Verbindung stehen, sondern daß sie parallel mit den Vorderhäusern in gleicher Linie und in angemessener Entfernung hinter diesen und so nieder wie möglich gebaut werden, damit Sonne und Wind in die Hofräume ungehinderten Zutritt haben. Wie oft sich Baumeister und Baubehörden gegen diese Regel verfehlten, erhellt aus einem einfachen Blick auf die hintere Fronte der Häuser unserer Straßen.*)

Obwohl ich bei Begründung einer Stadt den Plan nicht für unausführbar halte, daß deren Straßen alle von Nord nach Süd laufen, nachdem die parallel nebeneinander laufenden Straßen durch quer von West nach Ost angelegte Alleen verbunden werden, so sehe ich denn doch ein, daß ein solcher Plan wie so manches und vieles Vernünftige nicht zur Ausführung gelangen würde. Kann und will man es aber nicht vermeiden, so wie von Nord nach Süd so auch von West nach Ost verlaufende Straßen anzulegen, so ginge, um letztere gesünder zu machen, mein Vermittlungsvorschlag dahin, daß die von West nach Ost verlaufenden Straßen nicht zwei Reihen enganeinandergeschlossener Häuser bilden, sondern daß die einzelnen Häuser

---

*) Zuerst veröffentlicht im Abendblatt der N. M. Ztg. 1860. Nr. 259.

derselben durch je einen hinlänglich breiten leeren Raum von einander getrennt seien, damit auf diese Weise mehr Sonnenlicht und Luft in die Straßen gelangen, als es bei geschlossenen Häuserreihen der Fall sein kann. Die von Nord nach Süd verlaufenden Straßen aber können füglich aus zwei geschlossenen Häuserreihen bestehen.

Nachschrift zu dem Briefe: Laplace's Hypothese über den Ursprung unseres Planetensystems.

In der ersten Lieferung der „Physikalischen Briefe" vom Jahr 1858 pag. 49 u. 50 sagte ich: „Die Geschwindigkeit der Bewegung eines Planeten um die Sonne hängt von der Geschwindigkeit seines Fallens ab. Die Fallgeschwindigkeit aber ist wieder abhängig: 1) von der Nähe an dem Punkte der Anziehungskraft, hier der Sonne, 2) von der specifischen Schwere des fallenden Körpers, und 3) von dem kleinen Umfange des fallenden Körpers, auf welchen die Widerstandskraft, hier der Sonnenstrahlen," und fügen wir noch hinzu: „des den Weltraum ausfüllenden, gasigen, gemeinhin Aether genannten Körpers Einwirkung hat." Anders verhält es sich mit der Geschwindigkeit der Rotation, der Drehung der Planeten um ihre eigene Axe. Wir können uns einmal nicht mit der Fabel begnügen, daß in der Urzeit die Planetenmasse einen Gigantenstoß in den Weltraum hinaus erlitten habe, von welchem die noch jetzt bestehende rotirende Bewegung eines Planeten und das Hinderniß vertikal zur Sonne zu fallen die Folge wäre. Die Drehung um die eigene Axe, nehmen wir an, muß in den wirkenden Kräften des Planeten selbst ihren Grund haben. Eine Kugel dreht sich um ihre Axe, wenn ein ihre Axe rechtwinkelig durchschneidender Querdurchmesser mit dem Einen Ende sich senket, und mit dem andern sich hebt. Nach derjenigen Richtung rotiret die Kugel, wohin der Querdurchmesser sich senkt, und von da weg bewegt sie sich oder rotiret sie, wo der Querdurchmesser sich hebt. Senkt sich das eine Ende des Querdurchmessers, so ist

Name des Planeten.	Seine Dichtigkeit.	Länge seines Durchmessers n. d. Meilen.	Entfernung von der Sonne n. d. M.	Durchläuft in 1 Sekunde d. Meilen.	Dreht sich um seine Axe in Stunden.
Merkur	4	600	8,004,000	$6^{7}/_{10}$	beinahe 24
Venus	$1^{1}/_{10}$	1678	15,000,000	$4^{9}/_{10}$	weniger als 24
Erde	1	1719	21,000,000	$4^{7}/_{10}$	24
Mars	$^{7}/_{10}$	1000	32,000,000	$3^{2}/_{5}$	mehr als 24
Jupiter	$^{1}/_{4}$	19,980	108,000,000	$1^{7}/_{10}$	9
Saturn	$^{1}/_{10}$	16,290	200,000,000	$1^{3}/_{10}$	$10^{1}/_{2}$